ÉTUDES ET RECHERCHES

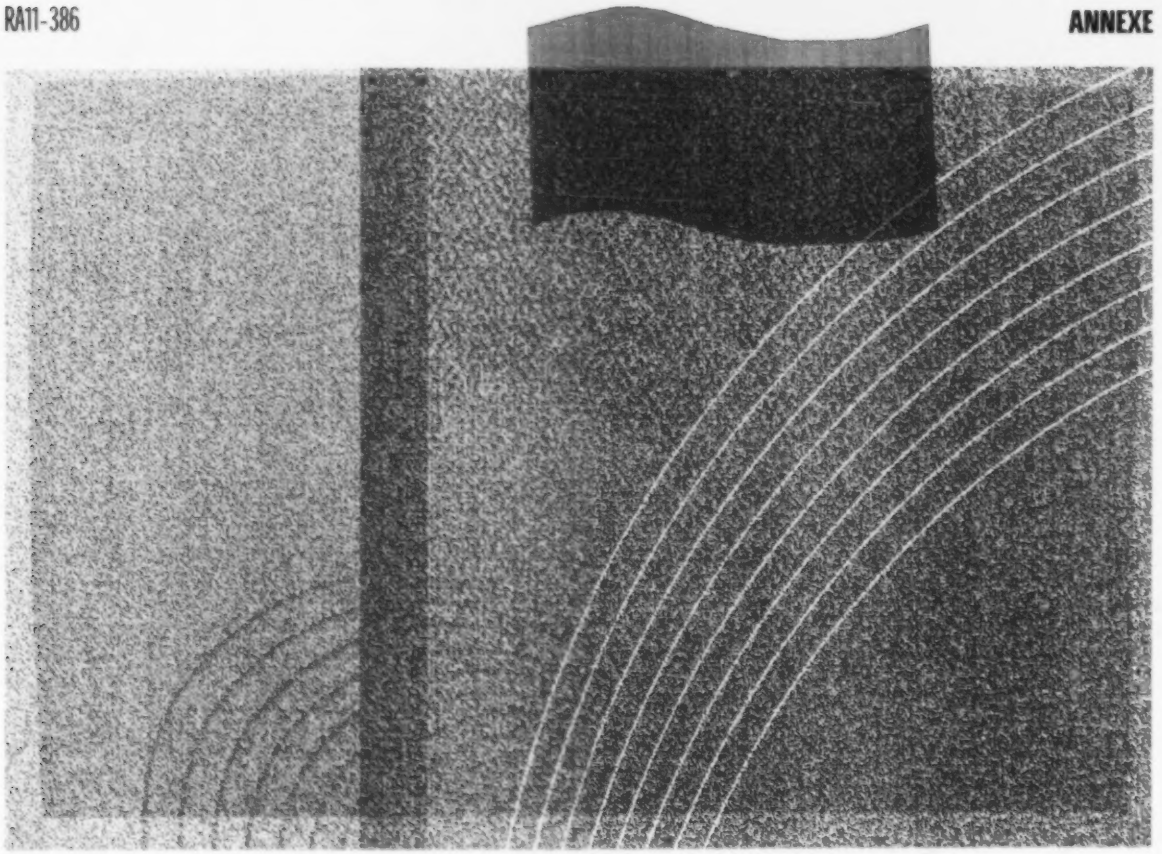
Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde

Industrie de la transformation de matières plastiques

Nicole Goyer
Charles Beaudry
Denis Bégin
Michèle Bouchard
Sophie Buissonnet
Gaétan Carrier
Olivia Gely
Michel Gérin
Rodrigue Gravel
François Hébert
Pierre Lefebvre
Nolwenn Noisel
Guy Perrault
Brigitte Roberge

RA11-386

ANNEXE



irsst

Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

NOS RECHERCHES *travaillent* pour vous !

MISSION

- Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes.
- Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.
- Assurer la diffusion des connaissances, jouer un rôle de référence scientifique et d'expert.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission de la santé et de la sécurité du travail.

POUR EN SAVOIR PLUS...

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour. De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement.
www.irsst.qc.ca

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par l'Institut et la CSST.
Abonnement : 1-877-221-7046

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec
2004

IRSST - Direction des communications
505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1551
Télécopieur : (514) 288-7636
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca

• Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, novembre 2004

105-06322/

ÉTUDES ET RECHERCHES

Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde

Industrie de la transformation de matières plastiques

Nicole Goyer[1], Charles Beaudry[2], Denis Bégin[2], Michèle Bouchard[2], Sophie Buissonnet[1], Gaétan Carrier[2], Olivia Gely[3], Michel Gérin[2], Rodrigue Gravel[1], François Hébert[4], Pierre Lefebvre[3], Nolwenn Noisel[2], Guy Perrault[1] et Brigitte Roberge[1]

[1]Hygiène du travail, IRSST
[2]Santé environnementale et santé au travail, Université de Montréal
[3]Sciences économiques, Université du Québec à Montréal
[4]Organisation du travail, IRSST

ANNEXE

Cliquez recherche
www.irsst.qc.ca

Cette publication est disponible
en version PDF
sur le site Web de l'IRSST.

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des auteurs.

CONFORMÉMENT AUX POLITIQUES DE L'IRSST

Les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

REMERCIEMENTS

Ce projet n'aurait pu être réalisé sans la collaboration de nombreuses personnes.

Nous remercions très sincèrement les gestionnaires, le personnel technique et les travailleurs des établissements pour leur accueil, la qualité de l'information fournie et leur participation active et efficace lors des mesures sur le terrain. De même, nos remerciements s'adressent aux différents experts qui ont permis de mieux comprendre la réalité québécoise.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS 2
1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE LA RECHERCHE 6
2. DESCRIPTION DU SECTEUR 6
3. DESCRIPTION DES PROCÉDÉS 9
3.1 Matières plastiques 9
3.1.1 Polyacétals 10
3.1.2 Résines phénoliques et aminées 11
3.2 Procédés de fabrication 12
3.2.1 Moulage par injection de polyacétals 12
3.2.2 Moulage par compression de résines phénoliques ou aminées 13
3.2.3 Fabrication de stratifiés 15
3.2.4 Autres procédés de fabrication utilisant des résines thermodurcissables 15
4. EXPOSITION DES TRAVAILLEURS : DONNÉES DE LITTÉRATURE 16
4.1 Littérature scientifique 16
4.1.1 Moulage par injection de polyacétals 16
4.1.2 Moulage par compression de résines phénoliques ou aminées 17
4.1.3 Fabrication de stratifiés 18
4.1.4 Autres procédés de fabrication utilisant des résines thermodurcissables 19
4.2 Base de données 19
5. EXPOSITION DES TRAVAILLEURS : MESURES SUR LE TERRAIN PAR L'IRSST 20
6. EXPOSITION DES TRAVAILLEURS : AUTRES MESURES SUR LE TERRAIN 22
6.1 Moulage par injection de polyacétal 22
6.1.1 Mesures des concentrations en opération normale 22
6.1.2 Évaluation de l'influence du type de polyacétal sur le niveau d'exposition 23
6.2 Moulage par compression de résines phénoliques ou aminées 25
6.3 Fabrication de stratifiés 27
6.4 Autres procédés de fabrication utilisant des résines thermodurcissables 27
7. MATRICES D'EXPOSITION 28
7.1 Identification des établissements et des travailleurs au Québec 28
7.2 Construction des matrices 29
7.2.1 Moulage par injection de polyacétal 29
7.2.2 Moulage par compression de resines phénoliques ou aminées 30
7.2.3 Fabrication de stratifiés 30
7.2.4 Autres procédés de fabrication utilisant des résines thermodurcissables 31
8. SOURCES D'EXPOSITION 31
9. CORRECTIFS ET PRÉVENTION 31

9.1 Ventilation 32
9.2 Équipements de protection individuelle 32
10. IMPACTS SUR LA SANTÉ 33
10.1 Établissement de la relation entre l'exposition et les effets sur la santé 33
10.2 Application de la relation au secteur de la transformation des matières plastiques 35
11. IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES 37
11.1 Coûts potentiels 37
11.2 Avantages potentiels 38
11.3 Seuil d'impact majeur. 38
12. CONCLUSIONS 40
13. RÉFÉRENCES 42
APPENDICE 1 : Analyse de l'équivalence entre la CAEQ, la CTI et le SCIAN 46
APPENDICE 2 : Critères de recherche dans la base de données iCRIQ 47
APPENDICE 3 : Questionnaire téléphonique transformateurs de matières plastiques 50

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Description des classes d'activités économiques du Québec pour la transformation des matières plastiques 7
Tableau 2 : Transformation des matières plastiques – Procédés et matières premières 9
Tableau 3 : Mesures prises dans une usine de moulage par compression – littérature 18
Tableau 4 : Mesures prises dans une usine de fabrication de stratifiés selon la littérature 18
Tableau 5 : Mesures de l'exposition des travailleurs au formaldéhyde de deux entreprises de fabrication de stratifiés 20
Tableau 6 : Mesures de formaldéhyde lors du moulage par injection de résine polyacétal 22
Tableau 7 : Comparaison de deux résines de polyacétal 24
Tableau 8 : Mesures pondérées de formaldéhyde lors du moulage par compression de résine mélamine formaldéhyde 25
Tableau 9 : Lectures directes de formaldéhyde lors du moulage par compression de résine mélamine formaldéhyde 26
Tableau 10 : Données d'exposition lors de la fabrication de stratifiés (CLSC) 27
Tableau 11 : Distribution des établissements répertoriés selon la recherche dans iCRIQ 29
Tableau 12 : Distribution des établissements utilisateurs de résines à base de formaldéhyde 29
Tableau 13 : Distribution des travailleurs du moulage par injection de polyacétal par plages de concentrations 30
Tableau 14 : Distribution des travailleurs du moulage par compression 30
Tableau 15 : Distribution des travailleurs de la fabrication de stratifiés par plages de concentrations 30
Tableau 16 : Correctifs pour le moulage par compression 32

Tableau 17: Pourcentage moyen théorique de travailleurs susceptibles de présenter des effets irritatifs modérés ou sévères aux yeux, au nez et à la gorge selon leur exposition au formaldéhyde....34
Tableau 18 : Nombre théorique de travailleurs du secteur des matières plastiques susceptibles de présenter des effets irritatifs en fonction de la concentration....35
Tableau 19 : Coût de la protection respiratoire dans un établissement de fabrication de stratifiés pour se conformer à la norme actuelle....37
Tableau 20 : Coût de la protection respiratoire dans un établissement de fabrication de stratifiés pour l'abaissement de la norme plafond....38
Tableau 21 : Sommaire des coûts d'un programme de protection respiratoire pour l'établissement exposé....38
Tableau 22: Portrait du secteur de fabrication de stratifiés au Québec en 2001....39

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Polyacétals....10
Figure 2 : Résines phénoliques....11
Figure 3 : Résines aminées....12
Figure 4 : Schéma d'un moule pour le moulage par compression....13
Figure 5 : Description schématique d'un poste de moulage par compression....14
Figure 6 : Description schématique d'autres procédés de fabrication....16
Figure 7 : Schéma du poste de travail de moulage par injection de polyacétals....24

LISTE DES ACRONYMES, SYMBOLES OU ABBRÉVIATIONS

CAEQ : classification des activités économiques du Québec
CLSC : Centre local de services communautaires
CRIQ : Centre de recherche industrielle du Québec
CSST : Commission de la santé et de la sécurité au travail du Québec
CTI : classification type des industries
IRSST : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail du Québec
mg /m^3 : milligramme par mètre cube d'air
OSHA : Occupational Safety and Health Administration
P : valeur d'exposition plafond
ppm = partie par million
SCIAN : système de classification des industries de l'Amérique du Nord
StatCan : Statistique Canada
VEA : valeur d'exposition admissible
VEMP : valeur d'exposition moyenne pondérée sur 8 heures

1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE LA RECHERCHE

Le comité paritaire 3.33.1 de la Commission de la santé et sécurité du travail (CSST), chargé de la révision de l'Annexe 1 du *Règlement sur la santé et la sécurité du travail,* procède aux modifications du règlement par l'établissement de consensus sur chacun des sujets discutés. Dans certains cas, les membres du comité souhaitent disposer d'une meilleure connaissance des impacts de leurs décisions sur la santé et la sécurité des travailleurs, sur la facilité ou la difficulté technique d'entériner ces modifications réglementaires ainsi que sur le contexte socio-économique des industries et des organismes québécois qui sont assujettis à ces modifications. L'abaissement de la valeur d'exposition admissible du formaldéhyde est un de ces cas. La CSST a donc demandé à l'IRSST d'évaluer l'impact socio-économique et sanitaire d'un tel abaissement.

Globalement, le projet vise à évaluer l'impact d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible (VEA) actuelle pour le formaldéhyde, de type plafond située à 2 ppm, vers une VEA plafond ou moyenne pondérée de 1, 0,75 ou 0,3 ppm. Cet objectif comprend une étude des impacts tant sanitaires que socio-économiques. La poursuite de l'objectif global a nécessité la rencontre de divers objectifs spécifiques tels que l'évaluation de l'exposition des travailleurs et l'élaboration de matrices établissement-exposition et emploi-exposition menant à l'évaluation des impacts. L'élaboration des matrices a consisté à élaborer, pour l'ensemble des situations potentielles d'exposition au formaldéhyde, une base de données reliant les caractéristiques professionnelles (secteur, profession, poste) aux procédés et aux données d'exposition disponibles. Cette base de données a servi aux experts à établir les profils quantitatifs d'exposition en fonction des effectifs sous la forme de la matrice secteurs d'activité économique/exposition, et à recueillir les données qualitatives requises pour les travaux des toxicologues et des économistes.

La considération des possibilités de substitution, de modifications de procédés et la description des postes de travail au sein de matrices établissement-exposition et emploi-exposition, ajoutent des éléments aux évaluations d'impacts socio-économique et sanitaire et tentent de dégager les paramètres de la maîtrise de l'exposition.

2. DESCRIPTION DU SECTEUR

Le secteur industriel de la transformation des matières plastiques a été choisi comme l'un des secteurs prioritaires (groupe 2) sur la base des travaux de l'organisme américain Occupational Safety and Health Administration (OSHA) effectués durant les années 80 pour réviser leur norme d'exposition professionnelle au formaldéhyde. La priorisation de ce secteur a été confirmée par l'étude préliminaire de l'actuelle équipe de recherche (1).

Le secteur « Transformation de matières plastiques » est un sous-ensemble des établissements du « Grand Groupe 16 – Industries des produits en matière plastique » de la Classification des activités économiques du Québec (CAEQ) (2). La démarche de sélection des classes du Grand

Groupe 16 ainsi que les raisons de l'incorporation d'une classe du « Grand Groupe 32 – Industries du matériel de transport » sont présentées plus loin dans cette section.

Une erreur d'interprétation des codes d'activité économique des États-Unis s'est produite dans l'étude préliminaire publiée par l'IRSST[1]; le code américain SIC 3079 (1977) fait référence aux transformateurs de matières plastiques et non aux fabricants de résines (CTI 3731) (3). Cette erreur a mené à l'exclusion des établissements du Grand Groupe 16 de la CAEQ du groupe 2 de la matrice initiale; ces classes économiques avaient cependant été répertoriées dans le groupe 3 de cette matrice

Le « Grand Groupe 16 » comprend 8 classes industrielles :

1611 – Industrie des produits en matières plastiques en mousse et soufflée

1621 – Industrie des tuyaux et raccords de tuyauterie en matière plastique

1631 – Industrie des pellicules et feuilles en matière plastique

1641 – Industrie des produits en matière plastique stratifiée sous pression ou renforcée

1651 – Industrie des produits d'architecture en matière plastique

1661 – Industrie des contenants en matière plastique, sauf en mousse

1691 – Industrie des sacs en matière plastique

1699 – Autres industries de produits en matière plastique

Les classes industrielles 1611, 1631, 1661 et 1691 ont été exclues pour des raisons associées aux procédés industriels alors qu'on a ajouté la classe industrielle 3256. Ces raisons sont mises en évidence par les discussions sur les procédés à la section 3 de cette annexe.

Le tableau 1 identifie les classes industrielles, telles que définies par la Classification des activités économiques du Québec (2), retenues ici.

Tableau 1 : Description des classes d'activités économiques du Québec pour la transformation des matières plastiques

CLASSE	DESCRIPTION	Notes explicatives
1621* Industrie des tuyaux et raccords de tuyauterie en matière plastique	Établissements dont l'activité principale est la transformation de résines synthétique par moulage ou extrusion pour fabriquer des tuyaux et des raccords de tuyauterie comme ceux utilisés pour les tuyaux forcés ou les tuyaux	Cette classe économique inclut les établissements utilisant toutes les résines synthétiques alors que, dans cette annexe, seuls les établissements utilisant des résines à base de formaldéhyde sont considérés. Ex. : Garnitures de tuyaux en plastique

[1] Dans ce rapport, l'identification des secteurs d'activité économique était faite selon la *Classification type des industries* (CTI) de Statistique Canada (2). L'équivalence entre la CAEQ et la CTI est présentée plus loin dans cette section.

CLASSE	DESCRIPTION	Notes explicatives
	d'écoulement, d'évacuation et de ventilation.	
1641* Industrie des produits en matière plastique stratifiée sous pression ou renforcée	Établissements dont l'activité principale est la fabrication de feuilles en matière plastique stratifiée sous pression ou en matière plastique renforcée.	Cette classe économique inclut les établissements utilisant toutes les résines synthétiques alors que, dans cette annexe, seuls les établissements utilisant des résines à base de formaldéhyde sont considérés. Ex. :Feuilles en matière plastique stratifiée sous pression (surface de comptoirs de cuisine, de laboratoire)
1651* Industrie des produits d'architecture en matière plastique	Établissements dont l'activité principale est la fabrication de produits d'architecture en matière plastique.	Cette classe économique inclut les établissements utilisant toutes les résines synthétiques alors que, dans cette annexe, seuls les établissements utilisant des résines à base de formaldéhyde sont considérés. Ex. Panneau de disjoncteurs électriques
1699* Autres industries de produits en matière plastique	Établissements dont l'activité principale est la transformation de résines synthétique par moulage ou extrusion pour fabriquer des produits en matière plastique non classés ailleurs.	Cette classe économique inclut les établissements utilisant toutes les résines synthétiques alors que, dans cette annexe, seuls les établissements utilisant des résines à base de formaldéhyde sont considérés. Ex. : vaisselle de table en plastique, tuyaux en composite pour conduites électriques souterraines
3256* Industrie des pièces et accessoires en matière plastique pour véhicules automobiles	Établissements dont l'activité principale est la fabrication de pièces en matière plastique pour véhicules automobiles	Cette classe économique inclut les établissements utilisant toutes les résines synthétiques alors que, dans cette annexe, seuls les établissements utilisant des résines à base de formaldéhyde sont considérés. Ex. Composantes de toitures, composantes du système électrique, bouchons de réservoirs d'essence

* : Les établissements visés ne représentent qu'une partie de chaque classe d'activité économique

L'équivalence entre les trois systèmes de classification des activités économiques utilisés au Québec, la CAEQ, la CTI et le Système de classification des Industries de l'Amérique du Nord (SCIAN) (4) est présentée à l'appendice 1..Cette concordance est nécessaire pour permettre la relation entre les données d'exposition dont l'analyse sera faite en fonction de la CAEQ et l'analyse économique où l'information est disponible en fonction du SCIAN.

3. DESCRIPTION DES PROCÉDÉS

La transformation des matières plastiques se distingue de l'industrie de la fabrication de résine dans la mesure où le produit fini est un objet manufacturé (poulie, roue d'engrenage d'imprimante, assiette, etc.) et non une matière qui va servir dans un autre procédé de transformation. Diverses matières premières et divers procédés de fabrication sont utilisés dans cette industrie et les technologies évoluent. Il s'agit donc de descriptions générales.

On retrouve le formaldéhyde sous deux formes dans cette industrie : 1- comme matière résiduelle dans certaines matières thermodurcissables et 2- comme produit de dégradation thermo-oxydative de celles-ci et de certaines matières thermoplastiques (5-7).

Cependant les indications du RIA américain (8), celles de ces mêmes publications scientifiques et celles des deux grands fabricants de matières plastiques en Amérique du Nord, (Communications personnelles avec Dupont Canada et Hoescht – Ticona), nous permettent de réduire le champ d'intérêt dans ce secteur. Le tableau 2 présente les procédés industriels et les matières plastiques qui sont discutés dans cette annexe. Les choix présentés ne signifient pas qu'il n'y a aucun risque d'exposition ailleurs mais qu'il n'est pas suffisant pour être traité dans le cadre de cette recherche.

Tableau 2 : Transformation des matières plastiques – Procédés et matières premières

Matière plastique	Procédé industriel	Classes CAEQ concernées
Polyacétal (synonymes : POM, polyoxyméthylène, acétal)	Moulage par injection	1621#, 1651#, 1699#, 3256#
Résines phénoliques ou aminées (UF, MF, PF, ...)	Fabrication de stratifiés	1641#
	Moulage par compression	1621#, 1651#, 1699#, 3256#
	Autres procédés de fabrication utilisant des matières thermodurcissables	1621#, 1651#, 1699#, 3256#

: Les établissements visés ne représentent qu'une partie de chaque classe industrielle

3.1 Matières plastiques

Il y a deux grandes familles de matières plastiques.

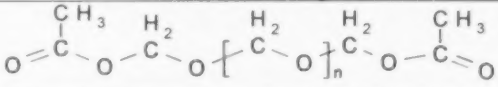
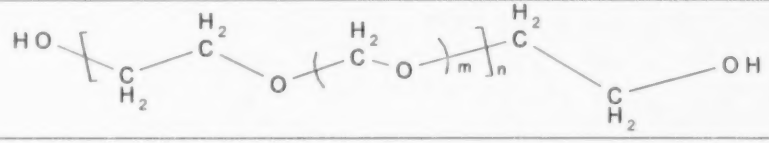
- Les thermoplastiques : aucune réaction chimique n'est impliquée dans la transformation; ces matières peuvent être réutilisées car elles peuvent être refondues à plusieurs reprises avec peu de changements dans leurs propriétés. La dégradation thermo-oxydative peut s'intensifier lors de refonte successive de la matière plastique. Le polyéthylène en est l'exemple le plus connu; les résines acétals (polyacétals) appartiennent à cette famille

- Les thermodurcissables : ces matières réagissent chimiquement de façon irréversible durant leur transformation. On ne peut donc les transformer qu'une seule fois. Les polyesters insaturés en sont l'exemple le plus répandu au Québec; les résines phénoliques et aminées appartiennent à cette famille.

3.1.1 Polyacétals

Les résines acétals (polyacétals) sont une famille d'homopolymères et de copolymères dont le motif de base est uniquement ou partiellement l'unité $(-CH_2- O-)_n$ (6, 9-13) La majorité des produits commerciaux sont des copolymères dont l'autre monomère est l'oxyde d'éthylène. Les deux types sont présentés à la figure1.

Figure 1 : Polyacétals

Polymère	Formule chimique
Homopolymère	
Copolymère avec l'oxyde d'éthylène	

En Amérique du Nord, les fabricants sont Dupont de Nemours (Homopolymère commercialisé sous le nom Delrin®), Hoescht-Celanese (Copolymère commercialisé sous le nom de Celcon®) et Ultraform (Copolymère commercialisé sous le nom de Ultraform®) (14) mais d'autres produits (Duracon®, Tenac®, Iupital®, Kocetal®, etc...) sont aussi disponibles sur le marché québécois.

La polymérisation se fait à partir du formaldéhyde en solution ou à partir du trioxanne qui est la forme cyclique du trimère du formaldéhyde. La température de dépolymérisation de l'homopolymère est de 127^0C; la dépolymérisation s'accompagne de l'émission de formaldéhyde gazeux (CH_2O). Il est essentiel de bloquer les terminaisons de chaînes polymériques avec des réactifs (anhydride acétique), des copolymères ou d'autres additifs comme des antioxydants. La composition commerciale de l'acétal peut donc avoir une influence importante sur l'émission de formaldéhyde lors des précédés de transformation.

Les polyacétals sont des matières plastiques dites industrielles (engineering polymers). Plus chères que les résines à grand volume comme le polyéthylène, le poly(chlorure de vinyle) ou le polypropylène, les polyacétals ont un marché de niche. Il est donc improbable de trouver des entreprises dédiées au moulage de ce seul polymère. Elles sont utilisées, à cause de leur résistance mécanique et chimique, dans la fabrication de pièces construites autrefois en métal comme des roues d'engrenage, des roulements à bille, des pompes à eau, des pompes et des bouchons de réservoirs à essence, etc. Bien qu'elles puissent être utilisées dans les procédés

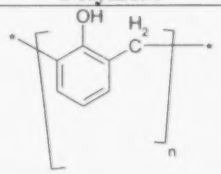
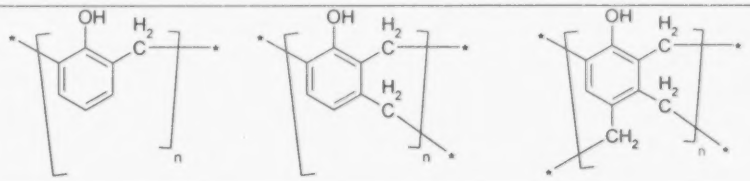
d'extrusion et de moulage par soufflage entre autres, on retrouve surtout ces résines dans les procédés de moulage par injection.

Les polyacétals sont livrés aux transformateurs sous formes de granulés avec ou sans charges, avec ou sans additifs et colorants, peu importe le procédé de transformation.

3.1.2 Résines phénoliques et aminées

Les résines phénoliques sont issues de réactions de polycondensation du phénol avec le formaldéhyde et d'un catalyseur de type acide fort (pour les résines novolaques – résines thermoplastiques) ou de type basique (pour les résols/résitols – résines thermodurcissables) (6, 15-23). Les deux types sont présentés à la figure 2.

Figure 2 : Résines phénoliques

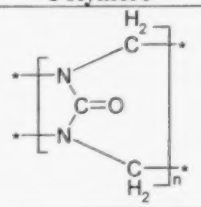
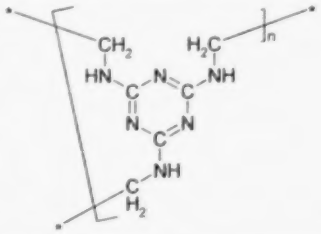
Résine	Polymère
Novolaques	
Résols (Un mélange en proportion variable de)	

Les novolaques peuvent être transformés en matières thermodurcissables par l'ajout d'hexaméthylènetétramine.

Dans le cas des résols/résitols, la réaction n'est pas menée complètement à terme et peut être redémarrée sous l'action de la chaleur ou d'un catalyseur. Quand la réaction mène à une résine très fluide (État A), le produit est appelé résol. Si la réaction est poursuivie, des liaisons multiples se font sur les molécules de polymère et les résines passent à un état de plus en plus solide, résitol (États B et C). Les résols peuvent être solides ou liquides, solubles ou insolubles, alcalins ou neutres, lents à polymériser ou très réactifs. Une distillation termine souvent le processus afin d'obtenir un produit concentré ou solide.

Les deux réactions principales menant à la formation des résines aminées sont l'hydroxyméthylation et la polycondensation. Les deux types sont présentés à la figure 3.

Figure 3 : Résines aminées

Résine	Polymère
Urée-formaldéhyde	
Mélamine-formaldéhyde	

Selon le procédé de fabrication visé, on retrouve ces résines sous forme liquide ou en matière à mouler (poudre ou granulés). On utilise des matières à mouler pour le moulage par compression alors que la fabrication de stratifiés se fait avec des résines liquides achetées ou fabriquées sur place. Dans le cas des autres procédés de fabrication des résines thermodurcissables (moulage par transfert, enroulement filamentaire, etc.) la matière première peut se présenter sous l'une ou l'autre forme.

3.2 Procédés de fabrication

3.2.1 Moulage par injection de polyacétals

Dans le moulage par injection, la matière plastique en granulés est parfois séchée puis elle est acheminée vers un fourreau d'injection (24). Elle y est fondue et entraînée sous pression vers une buse d'injection par une vis sans fin. Un système hydraulique tient ensemble les deux parties d'un moule refroidi pendant que la matière est expulsée de la buse dans la cavité du moule. L'alimentation de matière fondue est ensuite fermée et la matière plastique refroidit dans le moule. Le moule est retiré et la pièce refroidie est éjectée. Le cycle complet fermeture du moule – injection – refroidissement – ouverture du moule peut prendre de quelques secondes à quelques minutes. Lors d'une purge, pour un changement de couleur par exemple, la matière résiduelle dans le fourreau est expulsée par la buse et se répand à l'extérieur de la machine jusqu'à ce que le nouveau matériau apparaisse.

Le moulage par injection sert essentiellement au formage de matières thermoplastiques tels que les polyacétals bien que certaines matières thermodurcissables soient aussi utilisées.

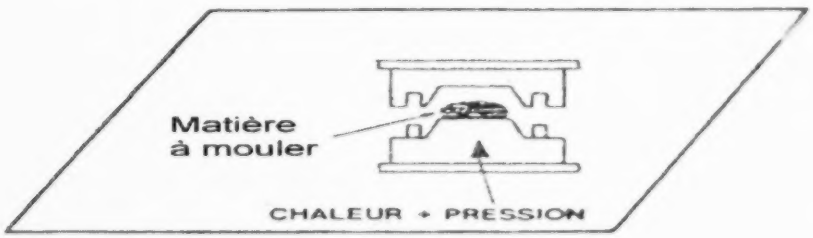
3.2.2 Moulage par compression de résines phénoliques ou aminées

Le moulage par compression est l'un des plus vieux moyens de transformation des matières plastiques (25). On forme à chaud de la matière à mouler dans des presses à compression. La matière à mouler est pré pressée, à froid, sous forme de pastille pour en faciliter la manipulation et pour assurer une uniformité dans la masse à mouler. La masse de la pastille est celle de la pièce à fabriquer; d'un diamètre fixe, la masse de la pastille est ajustée par son épaisseur. La figure 4 (25a) présente un schéma du moule alors que la figure 5 illustre un poste typique de moulage par compression.

La pastille est préchauffée à environ 110^{0}C (matière à mouler de mélamine) dans un four à induction pour diminuer le temps de moulage. La pastille est transférée dans la partie inférieure du moule puis le vérin hydraulique abaisse la partie supérieure du moule sur la pastille de façon incomplète pour permettre le dégazage des produits volatils dans la matière à mouler. Puis la partie convexe reprend sa course pour écraser la pastille à chaud dans sa forme finale.

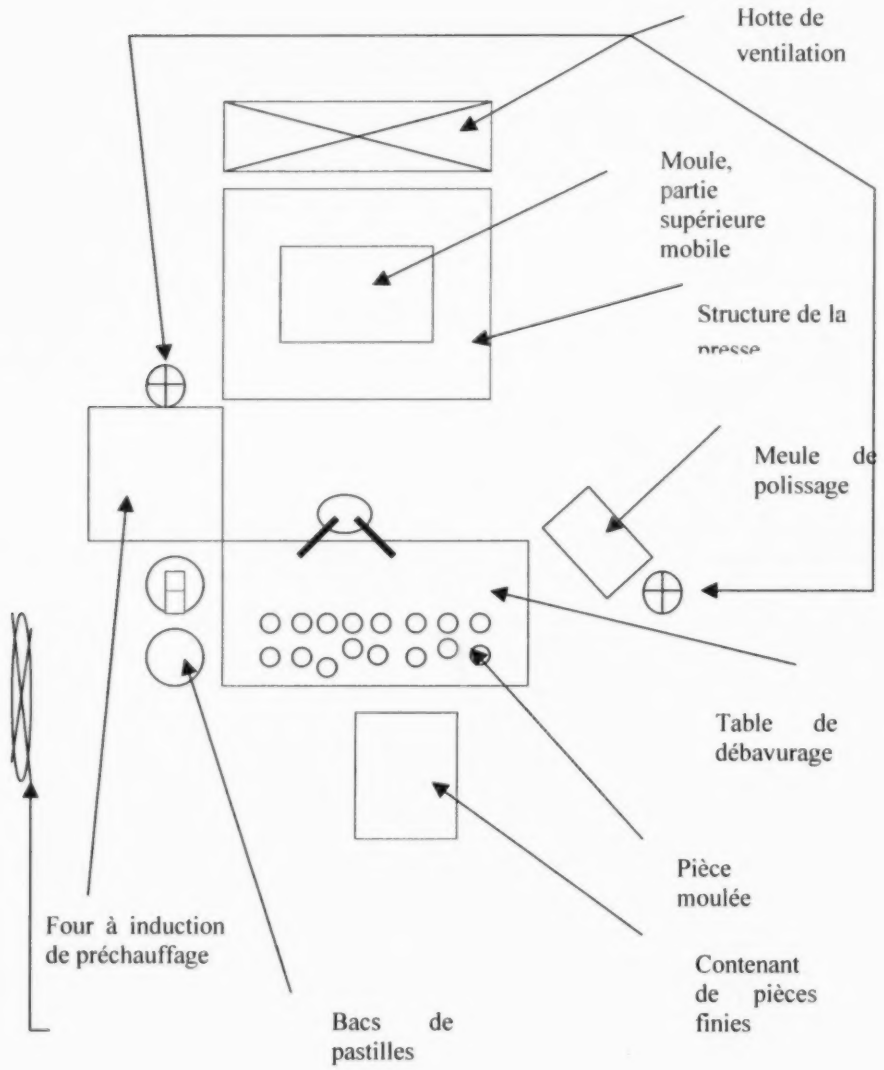
Figure 4 : Schéma d'un moule pour le moulage par compression

Figure 4 Schéma d'un moule pour le moulage par compression



Reproduction autorisée par Les Publications du Québec

Figure 5 : Description schématique d'un poste de moulage par compression



3.2.3 Fabrication de stratifiés

La fabrication des stratifiées nécessite l'utilisation de résines phénoliques et aminées. Ces résines peuvent être fabriquées sur place ou obtenues de fabricants de résines (26). Les salles de fabrication de résines sont des versions réduites de celles décrites dans l'annexe sur les fabricants de résines à base de formaldéhyde.

Un stratifié est la combinaison de plusieurs feuilles de papier kraft imprégnées de résine phénolique et d'une couche de papier de finition imprégnée de résine mélamine; toutes ces couches sont fusionnées sous presse à chaud. On produit ainsi des plaques de quelques millimètres à plus d'un centimètre. L'épaisseur du produit fini est contrôlée par le nombre de feuilles de papier kraft. Au poste d'imprégnation un rouleau de papier est guidé par des cylindres de métal successivement à travers un bassin de résine, un four de séchage et un enrouleur. Ce papier imprégné un peu collant est ensuite découpé en feuille selon les dimensions désirées.

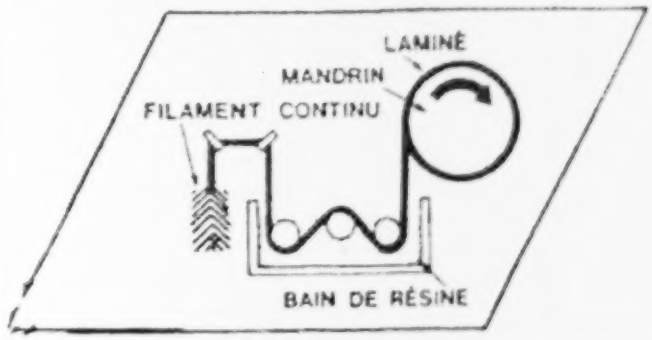
Ensuite, l'assemblage du « paquet » de feuilles est fait selon le devis du produit fini désiré. Quelques « paquets » de feuilles sont ensuite superposés un à l'autre de façon à ne pas adhérer ensemble et ils sont acheminés par un convoyeur à rouleaux, vers une presse à plateaux. Cette presse est composée d'une vingtaine de plateaux. Le temps de pressage est généralement de plusieurs minutes voire quelques dizaines de minutes.

3.2.4 Autres procédés de fabrication utilisant des résines thermodurcissables

Il existe de nombreux autres procédés de transformation des résines thermodurcissables (25). Aucun répertoire des différents procédés utilisés au Québec n'existe. La figure 6 (25a) présente un exemple de ces procédés où l'on pourrait retrouver des résines phénoliques et aminées.

Figure 6 : Description schématique d'autres procédés de fabrication

Enroulement filamentaire



Le filament (souvent de la fibre de verre) est acheminé dans un bain de résine phénolique ou aminée puis enroulé autour d'une forme rétractable qu'on laisse en place jusqu'à ce que la pièce soit durcie.

Reproduction autorisée par Les Publications du Québec

4. EXPOSITION DES TRAVAILLEURS : DONNÉES DE LITTÉRATURE

Pour déterminer l'information disponible concernant l'exposition au formaldéhyde sur ce secteur d'activité économique, une revue systématique de la littérature scientifique a été réalisée. De plus la consultation des bases de données IMIS (Integrated Management Information System = banques des résultats de mesurage des inspecteurs d'OSHA) et NEDB (National Exposure Data Base = banques des résultats de mesurage des inspecteurs du HSE (Health and Safety Executive du Royaume-Uni)) a complété le bilan des connaissances sur ce sujet.

4.1 Littérature scientifique

4.1.1 Moulage par injection de polyacétals

Bien que le formaldéhyde ait été identifié en laboratoire comme un des produits issus de la dégradation thermique de plusieurs matières thermoplastiques (5, 7), les études menées en milieu industriel semblent indiquer que les niveaux d'exposition sont extrêmement faibles; que ce soit pour le polyéthylène (27-32), le polypropylène (33-34), le poly(chlorure de vinyle) (35), le poly(méthacrylate de méthyle) (36-37) ou d'un mélange dans les colles thermofusibles (38), les niveaux d'exposition mesurées étaient tous inférieurs à 0,3 ppm.

Dans une étude finlandaise publiée en 1989 (39), le moulage par injection de quatre résines polyacétal commerciales a engendré des concentrations moyennes en ppm de 0,05 ± 0,01 (2 mesures), 0,05 (2 mesures), 0,07 ± 0,02 (7 mesures) et 0,19 ± 0,02 (8 mesures) ppm à environ 0,5 mètre de la machine; la valeur la plus élevée provient d'un homopolymère de polyacétal. L'évaluation s'est faite sur une période de 2-4 heures durant l'opération normale de la machine à injection en utilisant une méthode de prélèvement avec le DNPH (dinitro-phénylhydrazine).

Dans une première évaluation de NIOSH publiée en 1983 (39) sur le moulage par injection de Delrin®, un homopolymère de polyacétal, tous les résultats lors de l'opération routinière de la machine (6 heures) étaient sous la limite de détection (inférieurs à 0,19 ou 0,36 ppm). Deux résultats lors d'une purge (15 minutes) de l'appareil pour un changement de couleur ont indiqué une exposition moyenne de 1,1 ppm. Ces mesures ont été faites avec la méthode P&CAM 354 de NIOSH. Des mesures prises par barboteur dans la zone respiratoire des mouleurs ont donné une moyenne de 0,27 ppm. Dans la deuxième étude de NIOSH publiée aussi en 1983 (41), on a évalué sur plus de 6 heures l'exposition au formaldéhyde en utilisant la méthode P&CAM 125 avec barboteur. On fabriquait lors des deux jours d'évaluation à un mois d'intervalle, une petite pièce en utilisant du Celcon®, le copolymère de la compagnie Hoescht. L'exposition en personnel du mouleur se situait entre 0,07 et 0,08 ppm, la concentration au-dessus du moule près de 0,05 ppm et celle dans les bureaux administratifs aux environs de 0,03 ppm.

Des évaluations faites par le *Environmental Sciences Group* de Dupont Canada inc. montrent que la concentration de formaldéhyde dans l'air se situe aux environs de 0,08 ppm lors des opérations de formage de pièces en Delrin®. Une première exception à cette règle est la manutention de pièces encore chaudes pour accélérer la production. Dans le cas de la surchauffe lors du moulage par injection, la concentration peut atteindre 10 ppm. (Communication personnelle – Dick Oughton, Senior Research Scientist, Environmental Sciences Group, Dupont Canada inc.)

4.1.2 Moulage par compression de résines phénoliques ou aminées

L'étude de Clark Burton et coll. publiée en 1992 (42) dans une usine où on moulait des pièces en résine phénolique est peu concluante : toutes les mesures ont été prises avec des tubes colorimétriques dont la limite de détection était de 1,6 ppm selon le fournisseur. Toutes les mesures prises étaient sous la limite de détection. Dans une deuxième étude de NIOSH,publiée en 1984 (43), les auteurs ont pris onze échantillons d'environ 6 à 7 heures dans la zone respiratoire des travailleurs avec la méthode P&CAM 354 de NIOSH sur tubes adsorbants. Les travailleurs exposés travaillaient dans un département où on pressait à chaud des plaques isolantes pour automobile fabriquées à partir de résines phénoliques. L'ensemble des mesures se situaient sous la barre de 0,3 ppm (moyenne géométrique = 0,099 ppm et écart-type géométrique = 2.06).

Les deux dernières études de NIOSH (44-45) font état de l'évolution de l'exposition d'une même entreprise après le retrait d'un système de ventilation par aspiration sur des presses de moulage par compression où on pressait des pièces en mélamine. Les mesures d'environ 6 à 7 heures on été faites en utilisant la méthode de NIOSH 2541 sur tubes et la méthode par barboteur 3500. Alors que la ventilation par aspiration était en place, la moyenne géométrique et l'écart-type

géométrique des cinq mesures en personnel prises sur les opérateurs assignés aux presses ou au préchauffage était de 0,45 ± 1,3 ppm alors que pour les neuf mesures en poste fixe on obtenait 0,54 ± 1,5 ppm. Au poste de fabrication des pastilles on obtenait des concentrations de formaldéhyde de 0,2, 0,1 et 0,6 ppm. En l'absence de ventilation aux mêmes postes de travail, les résultats étaient de 1,0 ± 1,4 ppm pour les neuf mesures en personnel des pressiers alors que les vingt-neuf mesures en poste fixe aux mêmes endroits se situaient à 1,1 ± 1,8 ppm. Sans ventilation aux presses, on a observé des concentrations de 0,08 et 0,32 ppm au poste de fabrication des pastilles. Ce rapport du simple au double aux presses pour la présence et l'absence respective de ventilation par aspiration indique l'importance de ce moyen de réduction de l'exposition dans ce type d'opération.

Une dernière étude (46) permet de dresser le tableau 3 concernant l'exposition de trois professions dans deux usines fabriquant dans un cas des pièces à partir de résines phénoliques et dans le deuxième cas à partir de résines mélaminées.

Tableau 3 : Mesures prises dans une usine de moulage par compression – littérature

Résine	Profession	Moyenne géométrique (ppm)				Fourchette
		Été	n	Hiver	n	
Phénolique	Opérateur de presse	0,89*	7	0,15	3	0,13 – 1,85
	Finisseur	0,14*	3	----	---	ND – 0,66
Mélamine	Opérateur de presse	26,49*	5	0,93	3	0,51 – 44,5
	Finisseur	1,22*	4	0,20*	3	0,08 – 1,72
	Emballeur	ND	4	ND	3	ND - ND

*Indique que la présence de poussière a pu affecter le résultat à la hausse. Les auteurs jugent que ces résultats ne peuvent être considérés comme représentatifs de l'exposition car les hygiénistes prenant les mesures n'ont ressenti aucune irritation lors de ces prélèvements.

4.1.3 Fabrication de stratifiés

Une seule étude a pu être répertoriée concernant la fabrication de stratifiés (46). Tous les résultats présentés dans le tableau 4 représentent des mesures d'au moins cinq heures prises avec des dosimètres passifs Dupont Pro-Tek.

Tableau 4 : Mesures prises dans une usine de fabrication de stratifiés selon la littérature

Profession	Moyenne géométrique (ppm)				Fourchette
	Été	n	Hiver	n	
Opérateur à la préparation du papier de finition	0,09	4	0,18	3	ND – 0,31
Opérateur à l'imprégnation de résine mélaminée-Entrée	0,53	3	0,67	3	0,42 - 0,87

Profession	Moyenne géométrique (ppm)				Fourchette
	Été	n	Hiver	n	
Opérateur à l'imprégnation de résine mélaminée - Sortie	7,36*	4	0,41	3	0,36 - 13,46
Opérateur à l'imprégnation de résine phénolique-Entrée	0,04**	5	0,34**	3	ND - 0,45
Opérateur à l'imprégnation de résine phénolique-Sortie	0,23**	4	0,42**	3	0,01 - 2,43
Opérateur au couteau	0,20**	3	0,38**	3	0,06 - 0,50
Monteur	0,30**	5	0,57**	3	0,41 - 0,63
Opérateur de la presse	0,05	4	0,49	3	ND - 0,54
Contremaître du département de pressage	0,17	3	0	---	0,02 - 0,68
Opérateur de finition – Sablage …	ND	5	0	---	ND - ND
Opérateur de couperet	0,03	2	0,05	3	ND - 0,20
Opérateur à l'entrepôt	0,11	2	0,05	3	ND - 1,19
Mécanicien	0,1	3	0,06	3	ND - 0,43
Électricien	0,17	3	0,18	3	ND - 0,53
Préposé à l'entretien ménager	0,06	3	0,06	3	0,02 - 0,14

* Indique que la présence de poussière a pu affecter le résultat à la hausse. Les auteurs jugent que ces résultats ne peuvent être considérés comme représentatif de l'exposition car les hygiénistes prenant les mesures n'ont ressentis aucune irritation lors de ces prélèvements.

** Indique que les résultats peuvent être trop bas à cause de l'interférence négative du phénol

4.1.4 Autres procédés de fabrication utilisant des résines thermodurcissables

Aucune étude n'est rapportée dans la littérature.

4.2 Base de données

Il a été impossible d'interpréter la base de donnée IMIS car aucune précision n'était disponible quant à la nature de la résine utilisée et la nature du procédé de formage dans les champs qui nous ont été rendus disponibles par le gouvernement américain.

Deux mesures disponibles dans la base de données NEDB présentent des expositions personnelles moyennes sur 2 heures de 0,31 et 0,15 ppm dans une opération de moulage par injection d'un copolymère de polyacétal. Cinq mesures en poste fixe à ce poste donne une moyenne géométrique et un écart-type de 0,41 ± 2,0 ppm. Des mesures en poste fixe et en personnel prises lors du broyage des restes de polymère ont donné respectivement des concentrations de 0,81 et 0,54 ppm. Les mesures ont été prises avec une méthode colorimétrique par barboteur contenant de l'acide chromotropique.

5. EXPOSITION DES TRAVAILLEURS : MESURES SUR LE TERRAIN PAR L'IRSST

Dans le but d'établir un portrait de l'exposition actuelle des populations de travailleurs exposés ou susceptibles d'être exposés au formaldéhyde dans l'industrie québécoise de la transformation de matières plastiques, des mesures sont prises par une équipe de l'IRSST. Pour ce secteur, seulement 2 usines de fabrication de stratifiés ont pu être évaluées. Ces mesures reflètent les activités et les conditions d'opération et climatiques existantes au moment de l'intervention.

Pour l'évaluation des valeurs d'exposition moyenne pondérée sur 8 heures, des prélèvements ont été faits sur des tubes adsorbants imprégnés alors que pour les mesures instantanées, des lectures ont été prises à l'aide d'un analyseur infrarouge suivant les méthodes standard de l'IRSST (47-48).

Trente-huit prélèvements sur tubes ont été faits en zone respiratoire de travailleurs. Quarante-huit prélèvements sur tubes ont été faits à des postes fixes de travail jugés représentatifs de l'exposition des travailleurs y oeuvrant, pendant la réalisation de tâches spécifiques ou près de sources d'émission où les travailleurs peuvent être appelés à œuvrer dans le cadre de leur travail. Selon nos observations et les discussions avec les travailleurs, les contremaîtres et les responsables santé et sécurité, les échantillonnages faits pour des périodes totales de 3 à 7 heures par jour étaient représentatifs du travail effectué pendant tout le quart de travail. Près de 16 heures d'enregistrement de données ponctuelles d'une minute ont été prises aux postes de travail et aux sources d'émission. Le tableau 5 présente pour chacun des établissements, les titres d'emploi évalués, les résultats bruts des échantillonnages, la valeur moyenne pondérée sur 8 heures (VEMP) résultante et la valeur maximale obtenue. Sauf indication contraire, les valeurs sont celles mesurées en zone respiratoire pour les VEMP; les valeurs maximales ont été obtenues en air ambiant au poste de travail. Il est à noter que ces valeurs d'exposition ne tiennent pas compte du port de protection respiratoire par les travailleurs ni des procédures de sécurité mises en place par les entreprises.

Tableau 5 : Mesures de l'exposition des travailleurs au formaldéhyde de deux entreprises de fabrication de stratifiés

Titre d'emploi	Usine	Concentration (ppm)		
		Valeur brute (min)[1]	VEMP[2]	Valeur maximale[3]
Atelier de résines				
Opérateur	1	0,55 (223) 1,16 (206) 0,59 (310)	0,85	1,9
	2	0,13 (353)	< 0,3	< 0,3
Atelier de papiers				
Opérateur couteau	1	1,56 (243) 1,43 (150)	1,52	> 2,0

Titre d'emploi	Usine	Concentration (ppm)		
		Valeur brute (min)[1]	VEMP[2]	Valeur maximale[3]
		0,68 (248) 1,23 (150)	0,89	
	2	0,04 (384)	< 0,3	< 0,3
		0,04 (396)	< 0,3	
Opérateur assemblage manuel	1	0,70 (222) 0,59 (135)	0,66	1,1
		1,38 (220) 1,01 (135)	1,24	
	2	0,03 (360)	< 0,3	< 0,3
		0,03 (355)	< 0,3	
Atelier d'imprégnation				
Opérateur	1	0,67 (246)	0,67	> 2,0
		1,23 (223) 1,04 (135)	1,16	
		0,92 (177+185)[4]	0,92	
		0,27 (215) 0,57 (180)	0,40	
	2	0,03 (363)	< 0,3	< 0,3
		0,05 (407)	< 0,3	
Aide opérateur	1	0,59 (219) 0,64 (153)	0,61	> 2,0
		1,18 (210) 1,81 (200)	1,49	
		0,27 (220) 0,71 (180)	0,47	
		0,86 (185) 0,98 (195)	0,92	
	2	0,06 (405)	< 0,3	< 0,3
		0,03 (406)	< 0,3	
Presse				
Opérateur	2	0,08 (361)	< 0,3	< 0,3
		0,06 (275)	< 0,3	
Centrale thermique				
Opérateur	1	0,50 (351)	0,50	> 2,0

[1] Il s'agit de la valeur mesurée pendant la réalisation de la tâche. La durée de l'échantillonnage est indiquée entre parenthèses

[2] Il s'agit de la valeur moyenne pondérée sur 8 heures calculée selon le Règlement sur la santé et la sécurité du travail du Québec

[3] Il s'agit de la valeur maximale mesurée soit par l'instrument à lecture directe soit par l'échantillonnage sur tubes à des sources d'émission. Cette valeur est considérée comme valeur plafond d'exposition

[4] Il s'agit d'échantillons pris sur un même travailleur et donnant le même résultat.

6. EXPOSITION DES TRAVAILLEURS : AUTRES MESURES SUR LE TERRAIN

6.1 Moulage par injection de polyacétal

Deux évaluations réalisées en 2003 de l'exposition associée au moulage par injection de polyacétal ont été obtenues : l'exposition en poste fixe près de la machine lors d'une production normale et l'évaluation de la différence de concentration engendrée par deux produits commerciaux différents. Pour des raisons de confidentialité, les sources de ces évaluations ne peuvent être divulguées.

6.1.1 Mesures des concentrations en opération normale

La matière plastique utilisée était le copolymère polyacétal Celcon® LW90-S2 contenant 2% de silicone. Les pièces éjectées du moule tombaient sur le tapis convoyeur et s'accumulaient sur la table d'ébavurage. Il n'y avait pas de hotte d'aspiration au-dessus de la buse d'injection mais une ventilation murale était en place près du toit à proximité de la machine.

Les mesures en lecture directe ont été prises avec deux instruments différents, un appareil de tubes indicateurs Dräger, Type CMS et un appareil électrochimique Formaldemeter PPM 400. Il s'agit de mesures ponctuelles de 1 à 2 minutes. Les mesures sur dosimètres passifs Ume^{x}100 et l'analyse chimique ont été faites à l'IRSST selon la méthode 357-1. Les mesures d'exposition sont présentées au tableau 6.

Tableau 6 : Mesures de formaldéhyde lors du moulage par injection de résine polyacétal

Endroit de prélèvement	Mesures ponctuelles		Mesures pondérées (durée en minutes)
	Lecture de CMS Dräger	Formaldemeter PPM400	
	ppm	ppm	
Dans la zone respiratoire de l'opérateur	----	0,33	
Dans la boîte de pièces à gauche de l'opérateur	0,21	0,50	
Point de réception du convoyeur à tapis	< 0,2	----	0,13 (361)
Au-dessus de la table de l'opérateur	< 0,2	0,24 / 0,27	0,11 (359) 0,09 (357)
Côté de la partie fixe du moule			0,13 (365)

La valeur ponctuelle la plus élevée, observée durant le travail, était de 0,5 ppm. De plus cette concentration a été mesurée à l'intérieur de la boîte de pièces et durant l'observation de 3 cycles

de remplissage de cette boîte, l'opérateur n'a jamais approché sa tête de cette zone. Toutes les autres mesures étaient inférieures à 0,3 ppm. Toutes les valeurs mesurées sur dosimètres dépassaient par un facteur d'au moins 3 la limite de quantification de la méthode 357-1 de l'IRSST. Les faibles valeurs mesurées seraient donc représentatives de l'air ambiant.

Aucune des mesures pondérées sur la période d'évaluation de quatre heures n'a dépassé 0,13 ppm. Le travail est suffisamment répétitif pour que cette période de prélèvement soit jugée représentative de l'exposition quotidienne. La mesure pondérée sur huit heures serait encore plus faible si l'on considérait les périodes de pause dans le calcul de l'exposition. Le temps entre l'éjection de la pièce du moule et de sa manutention sur la table de travail permet un refroidissement suffisant pour limiter les émissions de formaldéhyde dans l'air environnant.

Le travail de moulage par injection de ce polyacétal semble sans risque de dépassement de la VEA actuelle de 2 ppm en valeur plafond et ne devrait pas être affecté par les scénarios envisagés de réduction dans les conditions actuelles de production.

6.1.2 Évaluation de l'influence du type de polyacétal sur le niveau d'exposition

L'évaluation a été faite dans une usine manufacturière du secteur électrique disposant d'un département de moulage par injection; on y moule des pièces en polypropylène, en polyoxyphénylène et en polyacétal Celcon® M90 Nat. L'opération était automatisée et aucun travailleur n'était assigné à la manutention des pièces sauf pour faire la cueillette périodique de celles-ci dans un contenant de réception où elles tombaient directement du moule.

Les mesures ont été faites lors de la production normale avec le Celcon® M90 Nat et lors de l'essai d'un nouveau polyacétal, le copolymère Kocetal® 300. Les conditions de production étaient les mêmes lors des deux séries de mesure. Une hotte d'aspiration était située au-dessus de la buse d'injection. La vitesse de l'air au centre de l'ouverture de la hotte était de 9 m/s lors de la première série et 5 m/s lors de la deuxième série. La vitesse de capture à la buse était de 3 m/s lors de la première série de mesures et de 2 m/s lors de la deuxième série.

Les mesures en lecture directe ont été prises au moment de l'éjection des pièces avec deux instruments différents, un appareil à tubes colorimétriques Dräger, Type CMS et un appareil électrochimique Formaldemeter PPM 400. Les mesures sur tubes ont été prises selon la méthode 295-1 de l'IRSST à l'aide de pompes SKC. Un schéma du poste de travail est présenté à la figure 7. Les résultats des mesures sont présentés au tableau 7

Figure 7 : Schéma du poste de travail de moulage par injection de polyacétals

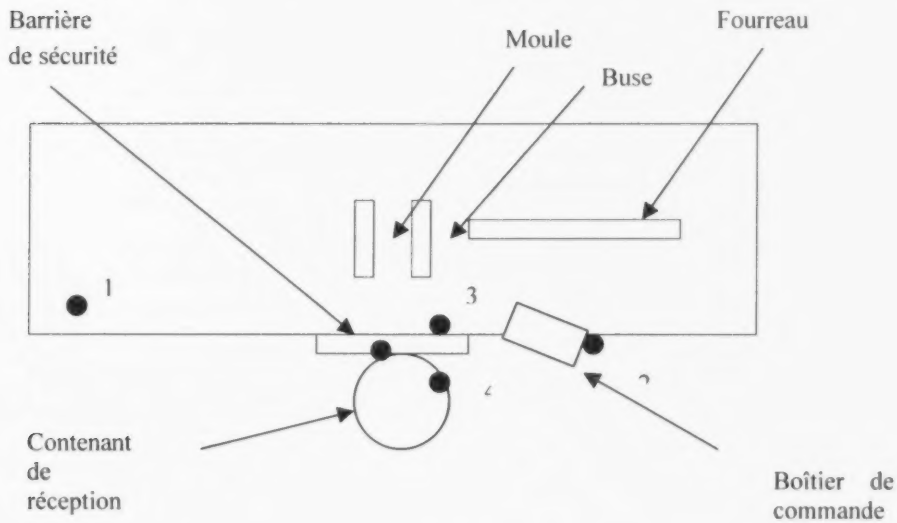


Tableau 7 : Comparaison de deux résines de polyacétal

Mesures par des instruments à lecture directe			
Instruments	**Position du prélèvement**	**Celcon® M90 Nat**	**Kocetal® K300**
		ppm	**ppm**
PPM/CMS	Poste 2 À côté du tube long terme		0,87 – 0,28 – 0,87 – 0,62 - 2,1 – 1,78 – 1,13
PPM/CMS	Poste 3 À côté du tube long terme	<0,2 à 0,55	0,12 – 0,40
PPM/CMS	Poste 4 À côté du tube long terme	0,81	1,57 - 3,79 - > 5 - >5 - >5 – 2,59
PPM/CMS	Poste 5 À côté du tube long terme		1,15 - 0,6 - 0,36 – 0,45 – 1,0 – 1,64
Mesures pondérées prises sur tubes adsorbants			
Période de prélèvement (minutes)	Position du prélèvement	Celcon® M90 Nat ppm	Kocetal® K300 ppm
60 à 320	Poste 2	0,08 – 0,09	0,41
60 à 190	Poste 3	0,16 - 0,17	0,33 – 0,49
30 à 60	Poste 4	0,24 – 0,57 – 0,24 0,33 – 0,53 – 1,87	3,79 – 5,50 – 6,07 -> 9

Les concentrations respectives de formaldéhyde du Celcon® M90 Nat et du Kocetal® K300 mesurées sur tube ou sur ILD permettent d'affirmer que le taux d'émission de formaldéhyde du Kocetal® K300 est largement supérieur à celui du Celcon® M90 Nat puisque l'ensemble des paramètres de production et de ventilation étaient à peu près les mêmes lors des deux prises de mesures.

6.2 Moulage par compression de résines phénoliques ou aminées

Une évaluation de l'exposition associée au moulage par compression de résines mélamine-formaldéhyde réalisées en 2003 chez un fabricant québécois a été obtenue. Pour des raisons de confidentialité, la source des données ne peut être divulguée.

Lors des mesures, quatre presses étaient en fonction. Une hotte d'aspiration était située derrière chacune des presses à compression au-dessus du niveau de la partie supérieure du moule.

Les mesures en lecture directe ont été prises avec deux instruments différents, un appareil à tubes indicateurs colorimétriques Dräger, Type CMS et un appareil électrochimique Formaldemeter PPM 400. Les évaluateurs ont estimé qu'il y avait deux sources potentielles continues d'exposition au formaldéhyde : le moule, surtout au moment de la purge de gaz avant la compression et les pièces chaudes placées sur la table d'ébavurage. Des dosimètres passifs ont donc été placés en poste fixe près des presses en plus de ceux portés par chaque opérateur.

Les mesures sur dosimètres passifs et l'analyse chimique réalisée à l'IRSST, ont été faites selon la méthode 357-1 de l'IRSST avec les dosimètres passifs Ume^{x}100. Les mesures d'exposition sont présentées aux tableaux 8 et 9.

Tableau 8 : Mesures pondérées de formaldéhyde lors du moulage par compression de résine mélamine formaldéhyde

Poste / Titre d'emploi	Durée de prélèvement	Concentration (ppm)	
		Moyenne pondérée	ILD Mesure équivalente
Opérateur de presse	337	0,95	
	333	0,59	
Presse (poste fixe)	336	0,51	0,53 à 1,73
	337	0,29	0,10 à 0,48
	331	0,28	0,30 à 0,52
	332	0,14	0,25

Tableau 9 : Lectures directes de formaldéhyde lors du moulage par compression de résine mélamine formaldéhyde

Endroit de prélèvement	CMS Dräger	Formaldemeter PPM400
	ppm	ppm
Presse No 1	1,53	----
	0,73	----
	0,53	----
	----	0,48
	<0,2	----
Presse No 1 : au moment de la purge avant la compression de la pièce	----	1,73
Presse No 3	0,52	----
	0,30	----
	----	0,25
Presse No 3 : au moment de la purge avant la compression de la pièce	----	0,52
Presse no 4 : arrêt de production depuis 40-45 minutes	< 0,2	0,14
Milieu de la pièce durant la production des deux presses	----	0,21

Selon l'électricien à la maintenance le disfonctionnement des fours à induction peut entraîner un dégagement de fumées irritantes. Ces évènements peuvent arriver quelques fois par semaine.

Toutes les valeurs mesurées sur tubes dépassaient largement la limite de quantification de la méthode 357-1 de l'IRSST. Les valeurs mesurées semblent donc représentatives de l'air ambiant. Alors que le calcul de la $VEMP_{8h}$ des deux opérateurs de moulage par compression pouvait se situer entre 0, 61 à 0,98 ppm, la valeur plafond semblait être de 0,3 à 1,7 ppm.

Les mesures par instrument à lecture directe ont permis d'identifier la source la plus importante de contamination de l'air ambiant soit la purge des gaz avant la compression finale de la pièce. La vitesse de l'air engendré par le ventilateur sur pied à côté de l'opérateur no 1 pourrait avoir eu une influence sur la valeur d'exposition moyenne pondérée sur huit heures mesurée car la vitesse d'air était supérieure aux limites prescrites par le fournisseur des dosimètres passifs. La concentration ambiante de formaldéhyde se situait aux environs de 0,21 ppm.

6.3 Fabrication de stratifiés

Cette section présente la synthèse des mesures recueillies à partir des dossiers de CLSC concernant la fabrication de stratifiés. Ces mesures ont été prises entre 1986 et 1998 et elles sont résumées au tableau 10.

Tableau 10 : Données d'exposition lors de la fabrication de stratifiés (CLSC)

Profession	Année	Niveau mesuré*
		ppm
Employé de bureau	1997	ND
Inspecteur des panneaux pressés	1986	0,44
Monteur	1998	0,07
Opérateur à l'imprégnation - Sortie	1993	0,22
Opérateur à l'imprégnation de résine mélamine-formaldéhyde - Sortie	1992	0,14
Opérateur à l'imprégnation de résine phénolique-Entrée	1992	ND
Opérateur au couteau	1986	ND
	1986	0,06
	1992	0,18
Opérateur de presse	1986	0,32
Préposé au mélange de résines	1986	0,06
	1986	ND
	1992	0,29
	1992	ND
Technicien de laboratoire	1992	0,05

* Ces valeurs correspondent à une $VEMP_{8h}$ et les prélèvements avaient une durée excédant 2 heures

6.4 Autres procédés de fabrication utilisant des résines thermodurcissables

Aucun rapport n'a pu être obtenu concernant les autres procédés mais une indication d'un CLSC concernant une entreprise faisant de l'enroulement filamentaire porte à croire que de fortes expositions y sont possibles. On y aurait mesuré des concentrations de formaldéhyde allant jusqu'à 1,9 ppm. Or cette même entreprise indique sur son site Web qu'elle utilise des résines de type phénolique.

7. MATRICES D'EXPOSITION

7.1 Identification des établissements et des travailleurs au Québec

Aucune base de donnée disponible n'a permis d'identifier les transformateurs de matières plastiques qui utilisent des résines à base de formaldéhyde que ce soit les polyacétals ou les résines phénoliques ou aminées. Nous avons donc utilisé une méthode comportant une enquête téléphonique afin d'identifier la proportion des établissements de ce secteur qui sont des utilisateurs de ces résines.

Dans un premier temps, une recherche dans la base de données iCRIQ selon des critères de classe économique et de types de produits fabriqués a fourni une liste d'établissements représentant l'ensemble des utilisateurs potentiels de résines à base de formaldéhyde. Cette extraction a été faite le 3 octobre 2002. Le code CAEQ et les types de produits ont permis d'assigner chacun des établissements à un des secteurs d'activité décrits dans la section sur les procédés :

1. Moulage par injection de polyacétal
2. Fabrication de stratifiés
3. Moulage par compression de résines phénoliques et aminées
4. Autres procédés de fabrication utilisant des résines thermodurcissables. Le détail des critères utilisés est présenté à l'appendice 1.

Le détail des critères utilisés est présenté à l'appendice 2.

Dans un deuxième temps, une enquête téléphonique a cherché à établir la proportion des utilisateurs réels de ces résines parmi cette première liste. Dans chaque secteur les établissements répertoriés ont été regroupés selon 4 classes :

1. 200 travailleurs et plus
2. Entre 100 et 199 travailleurs à la production
3. Entre 50 et 99 travailleurs à la production
4. Entre 1 et 49 travailleurs à la production.

L'enquête a porté sur l'ensemble des établissements de 50 travailleurs et plus et sur un échantillon des établissements plus petits. Bien que ces grands établissements ne représentaient que 26% de tous les établissements, ils regroupaient plus de 75% des travailleurs. Le questionnaire utilisé pour l'enquête téléphonique est présenté à l'appendice 3. La distribution des établissements et des travailleurs est présentée au tableau 11.

Tableau 11 : Distribution des établissements répertoriés selon la recherche dans iCRIQ

Secteur selon le procédé industriel	Nombre d'établissements	Nombre de travailleurs à la production	Nombre de travailleurs total
Moulage par injection de polyacétal	139	6 254	7 527
Fabrication de stratifiés	9	554	742
Moulage par compression de résines phénoliques et aminées	7	530	626
Autres procédés de fabrication utilisant des résines thermodurcissables	69	2 313	2 694

Soixante-quatre établissements ont été contactés avec un taux de réponse de 67%. Suite à ce sondage et à la discussion avec un expert certaines modifications ont été apportées à la distribution dans les secteurs de la fabrication de stratifiés et du moulage par compression de résines phénoliques. Le tableau 12 présente la distribution finale des établissements utilisateurs de résines à base de formaldéhyde.

Tableau 12 : Distribution des établissements utilisateurs de résines à base de formaldéhyde

Secteur selon le procédé industriel	Nombre d'établissements	Nombre de travailleurs à la production	Nombre de travailleurs total
Moulage par injection de polyacétal	26	1 421	1 711
Moulage par compression de résines phénoliques et aminées	1	76	89
Fabrication de stratifiés	2	395[1]	460[1]
Autres procédés de fabrication utilisant des résines thermodurcissables	7	231	269
TOTAL	36	2 123	2 529

[1] Ces nombres ont été obtenus des entreprises lors des mesures sur le terrain

7.2 Construction des matrices

7.2.1 Moulage par injection de polyacétal

Les données de littérature ainsi que celles obtenues lors de l'opération normale de moulage de polyacétal Celcon® démontrent que l'exposition des travailleurs de ce secteur est inférieure à 0,3 ppm autant en valeur moyenne pondérée sur 8 heures que qu'en valeur plafond. La matrice résultante est présentée au tableau 13.

Tableau 13 : Distribution des travailleurs du moulage par injection de polyacétal par plages de concentrations

PROFESSION NORMALISÉE	NOMBRE DE TRAVAILLEURS					
	< 0,3 ppm	0,3-0,75 ppm	0,75-1,0 ppm	1,0-2,0 ppm	> 2,0 ppm	TOTAL
VALEUR D'EXPOSITION MOYENNE PONDÉRÉE – 8 HEURES						
Travailleurs	1 711					1 711
VALEUR PLAFOND						
Travailleurs	1 711					1 711

7.2.2 Moulage par compression de résines phénoliques ou aminées

La matrice réalisée à partir des données mesurées dans la seule entreprise de ce secteur au Québec est présentée au tableau 14.

Tableau 14 : Distribution des travailleurs du moulage par compression

PROFESSION NORMALISÉE	NOMBRE DE TRAVAILLEURS					
	< 0,3 ppm	0,3-0,75 ppm	0,75-1,0 ppm	1,0-2,0 ppm	> 2,0 ppm	TOTAL
VALEUR D'EXPOSITION MOYENNE PONDÉRÉE – 8 HEURES						
Travailleurs	13	38	38			89
VALEUR PLAFOND						
Travailleurs	13			76		89

7.2.3 Fabrication de stratifiés

À partir des données d'exposition, du nombre de titulaires par poste et de la description des tâches fournis par les établissements, des matrices d'exposition sur 8 heures et plafond ont été construites pour les deux établissements. Elles sont présentées au tableau 15. Lors des visites de l'équipe terrain, le nombre total de travailleurs se situait à 460 alors que le CRIQ en rapporte 490.

Tableau 15 : Distribution des travailleurs de la fabrication de stratifiés par plages de concentrations

PROFESSION NORMALISÉE	NOMBRE DE TRAVAILLEURS					
	< 0,3 ppm	0,3-0,75 ppm	0,75-1,0 ppm	1,0-2,0 ppm	> 2,0 ppm	TOTAL
VALEUR D'EXPOSITION MOYENNE PONDÉRÉE – 8 HEURES						
Opérateur de résine	1	0	1	0	0	2
Opérateur - imprégnation	5	2	0	4	0	11

PROFESSION NORMALISÉE	NOMBRE DE TRAVAILLEURS					
	< 0,3 ppm	0,3-0,75 ppm	0,75-1,0 ppm	1,0-2,0 ppm	> 2,0 ppm	TOTAL
Aide opérateur - imprégnation	10	2	0	4	0	16
Opérateur - papier	13	3	1	5	0	22
Opérateur – presse	58*	0	0	0	0	58
Opérateur –centrale thermique	7	4	0	0	0	11
Autres	205	0	0	0	0	205
Bureau	135	0	0	0	0	135
Total	434	11	2	13	0	460
VALEUR PLAFOND						
Opérateur de résine	1	0	1	0	0	2
Opérateur - imprégnation	5	0	0	0	6	11
Aide opérateur - imprégnation	10	0	0	0	6	16
Opérateur - papier	13	0	0	6	3	22
Opérateur – presse	58*	0	0	0	0	58
Opérateur –centrale thermique	7	0	0	0	4	11
Autres	187	0	0	0	18	205
Bureau	135	0	0	0	0	135
Total	416	0	1	6	37	460

* Dans l'établissement où le formaldéhyde a été mesuré en concentrations élevées, le département des presses est séparé du département de l'imprégnation et n'a pas été évalué.

7.2.4 Autres procédés de fabrication utilisant des résines thermodurcissables

Nous n'avons pas suffisamment d'information sur l'exposition des travailleurs de ce secteur permettant d'élaborer une matrice.

8. SOURCES D'EXPOSITION

Dans la seule usine identifiée au Québec faisant du moulage par compression, une source d'exposition a été identifiée soit le dégazage du moule.

Pour les deux usines de fabrication de stratifiés, la situation est très différente. Dans l'une des usines, très peu de formaldéhyde a été mesuré alors que dans l'autre, des concentrations très élevées ont été mesurées lors de la préparation de la résine, à l'imprégnation et à la centrale thermique.

9. CORRECTIFS ET PRÉVENTION

La maîtrise de l'exposition au formaldéhyde dans les usines peut être réalisée par des moyens techniques et organisationnels. Deux éléments peuvent être envisagés soit les ventilations générale et par captage à la source et les équipements de protection individuelle.

La substitution n'a pas été envisagée dans le secteur de la transformation des matières plastiques en raison de la complexité de la démarche impliquant transformateurs et clients.

9.1 Ventilation

Le moulage par compression de matière à mouler, dans les conditions observées, ne semble pas engendrer d'exposition au formaldéhyde supérieure à la norme actuelle du Québec.

Certains scénarios de réduction envisagés par la CSST pourraient nécessiter des changements de méthode de travail alors que d'autres pourraient signifier des modifications à la ventilation en plus des impacts sur les méthodes de travail. Ces scénarios sont résumés au tableau 16.

Tableau 16 : Correctifs pour le moulage par compression

Scénario éventuel de VEA	Correctifs selon le scénario de réduction
1 ppm en valeur pondérée sur 8h 0,75 ppm en valeur pondérée sur 8h	Augmenter l'efficacité du système de ventilation par aspiration
0,3 ppm en valeur pondérée sur 8h	Changement de design de la ventilation par aspiration
1 ppm en valeur plafond	Augmenter la surface du poste de travail en éloignant légèrement la table de débavurage. Au moment du dégazage l'opérateur devrait s'éloigner du moule.
0,75 ppm en valeur plafond	Augmenter l'efficacité du système de ventilation par aspiration
0,3 ppm en valeur plafond	Changement de design de la ventilation par aspiration Alimentation laminaire d'air frais vers la presse pour améliorer le captage des contaminants

Pour l'établissement de fabrication de stratifiés où les concentrations élevées de formaldéhyde ont été mesurées, les ventilations générale et par captage à la source devraient être modifiées profondément.

9.2 Équipements de protection individuelle

À cause des effets irritatifs du formaldéhyde, les équipements de protection individuelle doivent protéger les voies respiratoires et les yeux (49).

- Pour des concentrations supérieures à 20 ppm, qui est la concentration de danger immédiat pour la vie et la santé (DIVS), le port d'un appareil respiratoire autonome est obligatoire
- Pour les concentrations de formaldéhyde en deçà de 20 ppm et jusqu'à la valeur admissible, le port d'un masque complet à cartouches filtrantes est recommandé. Selon le facteur de protection nécessaire, un masque complet (facteur de protection de 100) ou un demi-masque (facteur de protection de 10) est utilisé. Si un demi-masque est utilisé, il faut également porter des lunettes protectrices étanches.

10. IMPACTS SUR LA SANTÉ

Afin de déterminer les impacts sur la santé d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde, il a été nécessaire d'établir la relation entre l'exposition au formaldéhyde dans divers milieux de travail au Québec et l'apparition d'effets sur la santé à partir des données existantes dans la littérature scientifique puis de l'appliquer au secteur concerné.

10.1 Établissement de la relation entre l'exposition et les effets sur la santé

Les effets choisis dans le cadre de cette analyse sont les effets les plus précoces, c'est-à-dire que ce sont les premiers effets à apparaître. Il s'agit donc des effets irritatifs des muqueuses et des voies respiratoires supérieures, principalement les yeux, le nez et la gorge. Les autres effets causés par le formaldéhyde sont décrits en détail dans l'annexe 1 du rapport final, mais ne seront pas abordés dans cette partie.

Après un choix critique de la littérature appropriée à l'aide de critères préétablis et l'extraction des données rapportées dans les différents articles retenus (dont les durées d'exposition varient de 90 secondes à 3 heures), la relation entre l'exposition au formaldéhyde et l'apparition d'effets irritatifs a été établie. L'analyse de l'ensemble de ces données a permis de calculer le pourcentage moyen de réponse attribuable à une exposition au formaldéhyde (pourcentage de travailleurs susceptibles de présenter des irritations) selon le site d'effet irritatif considéré (irritation des yeux, du nez ou de la gorge) et la concentration d'exposition (0 ppm, 0,3 ppm, 0,75 ppm, 1,0 ppm et 2,0 ppm). Les effets ont été catégorisés selon leur sévérité : effet modéré (supportable ou gênant) ou effet sévère. La démarche suivie pour la construction du tableau des résultats est détaillée dans l'annexe 1 du rapport final.

Le tableau 17 présente le pourcentage théorique moyen de personnes susceptibles de présenter des irritations pour les diverses concentrations d'exposition considérées, déterminé à partir de l'ensemble des études de la littérature avec un degré de confiance suffisant pour être retenues et à partir des régressions linéaires effectuées.

Tableau 17: Pourcentage moyen théorique de travailleurs susceptibles de présenter des effets irritatifs modérés ou sévères aux yeux, au nez et à la gorge selon leur exposition au formaldéhyde

Effet considéré	Pourcentage de travailleurs				
	0--< 0,3 ppm	0,3–0,75 ppm	0,75–1,0 ppm	1,0- <2,0 ppm	≥ 2,0 ppm
Irritation des yeux – effet modéré	0 %	0 %	6,3 %	10,1 %	14,9 %
Irritation des yeux – effet sévère	0 %	0 %	0 %	0,8 %	1,9 %
Irritation du nez – effet modéré	0 %	0 %	1,6 %	4,5 %	12,4 %
Irritation de gorge – effet modéré	0 %	0 %	1,6 %	4,6 %	12,6 %

Ce tableau indique donc que, par exemple, parmi les travailleurs exposés à une concentration en formaldéhyde entre 0,75 ppm et 1,0 ppm, 6,3 % d'entre eux sont susceptibles de présenter des irritations modérées des yeux, aucun ne serait susceptible de présenter des irritations sévères des yeux et 1,6 % d'entre eux pourraient présenter des irritations modérées du nez ou de la gorge.

Cependant, il est à noter que :

- Les classes d'exposition les plus faibles présentent un pourcentage de réponse nul attribuable à l'exposition au formaldéhyde puisque le bruit de fond (fréquence d'apparitions des irritations observées en milieu contrôlé à la concentration zéro) a été retranché (50,51). Tous les pourcentages mentionnés dans le tableau se réfèrent exclusivement aux effets irritatifs attribuables au formaldéhyde
- L'apparition des effets n'est pas reliée à la durée de l'exposition. Les effets apparaissent rapidement après le début de l'exposition, mais ne s'aggravent pas avec le temps. Il ne semble pas y avoir d'effet cumulatif de l'exposition pour les effets irritatifs car les études de la littérature présentent des pourcentages de réponse semblables et des effets de sévérité semblable pour des durées d'exposition variant entre 90 secondes et 3 heures (52)
- Les effets mentionnés dans le tableau sont des effets réversibles et cessent peu de temps après l'arrêt de l'exposition
- La fréquence d'apparition des effets modérés augmente lorsque la concentration d'exposition s'intensifie
- La catégorie "effets modérés" regroupe à la fois les effets modérés supportables et les effets modérés gênants, mais, en majorité, les effets rapportés dans la littérature, dans le cadre d'études contrôlées, pour des concentrations allant jusqu'à 3 ppm sont plutôt supportables que gênants
- Les effets sévères apparaissent pour des concentrations élevées, supérieures à 1 ppm. Ces effets ne se manifestent que pour les yeux, et en très faibles proportions. Ils n'apparaissent pas pour le nez et la gorge pour des concentrations inférieures à 3 ppm
- Les données de la littérature permettent d'estimer le nombre de travailleurs susceptibles de présenter un effet donné, mais ne permettent pas de dire si ce sont les mêmes travailleurs qui auront tendance à présenter les différents symptômes, ou si ce sont des travailleurs différents.

Les données de la littérature montrent que la durée de l'exposition modifie très peu le pourcentage de personnes présentant des symptômes et le degré de sévérité de ces symptômes de type irritatif, du moins pour des expositions allant de 90 secondes à 3 heures à la même concentration. Les pourcentages de réponse ont été appliqués indifféremment aux matrices d'exposition moyenne pondérée et plafonds (se référer à l'annexe 1 du rapport final pour plus de détails). Les durées d'exposition les plus courtes rapportées dans les études de la littérature sont de 90 secondes (52), ce qui est du même ordre que les valeurs plafonds effectivement mesurées par l'instrument à lecture directe soit des moyennes sur une minute.

Ainsi, la relation dose-réponse établie sur la base des données de la littérature (tableau 17) peut être appliquée aux matrices d'exposition du secteur de transformation de matières plastiques (tableaux 13 à 15) et permet d'estimer le nombre moyen théorique de travailleurs susceptibles de présenter des effets irritatifs.

10.2 Application de la relation au secteur de la transformation des matières plastiques

Le tableau 18 rapporte le nombre de travailleurs susceptibles de présenter des effets irritatifs en fonction de la concentration d'exposition moyenne pondérée sur 8 heures et plafond.

Tableau 18 : Nombre théorique de travailleurs du secteur des matières plastiques susceptibles de présenter des effets irritatifs en fonction de la concentration

	Nombre de travailleurs				
Concentration de formaldéhyde	**0 - < 0,3 ppm**	**0,3 - < 0,75 ppm**	**0,75 - < 1,0 ppm**	**1,0 - < 2,0 ppm**	**≥ 2,0 ppm**
Effet considéré	**VEMP**				
Irritation des yeux – effet modéré	0	0	3	1	0
Irritation des yeux – effet sévère	0	0	0	0	0
Irritation du nez – effet modéré	0	0	1	0	0
Irritation de gorge – effet modéré	0	0	1	0	0
Effet considéré	**PLAFOND**				
Irritation des yeux – effet modéré	0	0	0	8	6
Irritation des yeux – effet sévère	0	0	0	1	1
Irritation du nez – effet modéré	0	0	0	4	5
Irritation de gorge – effet modéré	0	0	0	4	5

Pour l'ensemble des 2 529 travailleurs de ce secteur, ces résultats signifient que :

- Pour les valeurs VEMP 8 heures :
  - Un à 4 travailleurs seraient susceptibles de présenter des effets irritatifs dus à une exposition au formaldéhyde comprise entre 0,75 et 2,0 ppm
- Pour les valeurs plafonds :
  - Le respect de la norme actuelle (2 ppm plafond) permettrait d'éviter des effets irritatifs potentiels modérés aux yeux, au nez et à la gorge pour 5 à 6 travailleurs et des effets irritatifs sévères aux yeux pour 1 travailleur, en supposant que les travailleurs sont réellement exposés à de telles valeurs
  - Un abaissement de la norme à 1,0 ppm permettrait d'éviter des effets potentiels modérés aux yeux pour 4 à 8 autres travailleurs et des effets sévères aux yeux pour 1 travailleur, pour un total de 9 à 15 travailleurs selon le site d'irritation (4 à 9 en excluant ceux potentiellement exposés actuellement à plus de 2,0 ppm) soit 0,6 % (0,3 %) de la population concernée
  - Aucun travailleur n'étant exposé à des concentrations plafonds comprises entre 0,75 et 1,0 ppm, aucun gain sur la santé ne serait obtenu d'un abaissement de la norme à 0,75 ppm
  - Pour des concentrations inférieures à 0,75 ppm, aucun effet irritatif modéré ou sévère ne serait attribuable au formaldéhyde, mais ceci n'exclut pas qu'il pourrait y avoir des effets irritatifs légers. Aucun abaissement de norme d'exposition à des valeurs inférieures à 0,75 ppm ne pourra donc réduire ces effets qui constituent le bruit de fond

Le nombre de travailleurs susceptibles de présenter des effets irritatifs attribuables à une exposition au formaldéhyde est toujours plus important lorsque l'on considère les valeurs plafonds. L'indicateur d'effet basé sur les valeurs plafonds est, de ce fait, meilleur indicateur que celui basé sur la moyenne puisque le risque est proportionnel à la concentration et non pas à la durée de l'exposition et que la moyenne intègre les courtes périodes d'exposition à des concentrations élevées. Les valeurs plafonds ne sont que des estimés et rien ne permet d'affirmer que les travailleurs sont réellement exposés à de telles valeurs (les valeurs plafonds ne prennent pas en compte l'éventuelle protection respiratoire des travailleurs). Le nombre de personnes susceptibles de présenter des effets est donc compris entre celui déterminé en appliquant les valeurs moyennes et celui déterminé en appliquant les valeurs plafonds, bien que le risque soit sûrement plus proche de celui estimé par les valeurs plafonds.

11. IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

11.1 Coûts potentiels

Selon la matrice d'exposition des travailleurs du moulage par injection de polyacétal (Tableau 13), les entreprises de ce secteur pourraient déjà se conformer à une valeur d'exposition admissible de 0,3 ppm en valeur d'exposition moyenne pondérée ou en valeur plafond.

Les concentrations dans l'entreprise de moulage par compression pourraient être abaissés par des modifications de procédé et des améliorations traditionnelles de la ventilation. Dans ces situations, en se basant sur les moyens de prévention mis au point dans les procédés similaires des secteurs des panneaux agglomérés, de fabrication de meubles en bois, et d'autres produits du bois, la conformité à une valeur d'exposition admissible de 0,75 ppm ne devrait nécessiter que des investissements minimes. Toutefois, la possibilité de respecter une VEA de 0,3 ppm en valeur plafond devrait être vérifiée en industrie. Il est prévisible que cette valeur exige l'implantation du port de protection respiratoire, les informations pour en calculer les coûts ne sont pas disponibles actuellement.

Le tableau 15 résume les résultats d'exposition au formaldéhyde des travailleurs de la fabrication de stratifiés. Dans ce secteur, la mise à niveau des procédés et de la ventilation exigerait des investissements majeurs qu'il est difficile de chiffrer avec les informations à notre disposition. Toutefois, les coûts de la protection respiratoire qui serait requise en attendant que les installations actuelles soient rénovées, sont détaillés au tableau 19. Notons que ces coûts ne sont pas imputables à l'abaissement de la valeur d'exposition admissible étant donné qu'il résulte de l'application de la valeur plafond actuelle. Les coûts d'abaissement de la valeur plafond ont été calculés pour les 37 travailleurs qui sont déjà susceptibles d'être exposés au-dessus de la valeur d'exposition admissible de 2 ppm. Nous avons pris la valeur du DIVS de 20 ppm pour calculer les facteurs de protection requis. Les résultats sont donnés au tableau 19 pour le maintien de la valeur d'exposition admissible actuelle et au tableau 20 pour l'abaissement de la VEA- plafond.

Il faut noter que l'amélioration des conditions, en abaissant le nombre de travailleurs exposés et le facteur de protection requis, réduira les coûts de la protection respiratoire.

Quant aux autres procédés de fabrication utilisant des résines thermodurcissables, nous n'avons d'information ni sur l'utilisation du formaldéhyde, ni sur l'exposition des travailleurs.

Tableau 19 : Coût de la protection respiratoire dans un établissement de fabrication de stratifiés pour se conformer à la norme actuelle

Coût direct ($)		Coût indirect (h)	
Année initiale	**Année subséquente**	**Année initiale**	**Année subséquente**
31 976	9 761	2 664	2 368

Tableau 20 : Coût de la protection respiratoire dans un établissement de fabrication de stratifiés pour l'abaissement de la norme plafond

Norme plafond	Coût direct ($)		Coût indirect (h)	
ppm	Année initiale	Année subséquente	Année initiale	Année subséquente
0,3	18 996	3 976	504	448
0,75	18 996	3 976	504	448
1,0	17 853	3 743	432	384

11.2 Avantages potentiels

La section des impacts sur la santé a identifié des effets potentiels de l'exposition lorsque les valeurs d'exposition admissibles sont inférieures à 2,0 ppm. Étant donné l'absence d'indicateurs ou d'informations sur la durée et la fréquence de temps perdu, sur la diminution de productivité ou sur tout autre effet des irritations, nous avons posé l'hypothèse que chaque incident d'irritation causerait un retrait du travail de 15 minutes. Si ce retrait du poste de travail survenait une fois par semaine pour une des trois irritations, tel que proposé à l'annexe 2 suite à des observations informelles recueillies dans divers milieux de travail, il est possible d'évaluer les gains à partir d'un salaire moyen (25 $ / heure). Étant donné le petit nombre de travailleurs pour lesquels les irritations seraient évitées, les avantages économiques d'un abaissement à 1,0 ou 0,75 ppm sont minimes, soit de 2 915 à 5 200 $ en incluant les travailleurs actuellement exposés à plus de 2,0 ppm. Ces montants sont respectivement de 1 300 à 2 925 $ si on exclut ces travailleurs. Pour une concentration d'exposition inférieure à 0,75 ppm, aucun effet irritatif modéré ne serait attribuable au formaldéhyde donc aucun gain pour la santé des travailleurs.

11.3 Seuil d'impact majeur.

Sur les deux établissements visités, seul un établissement semble avoir des travailleurs exposés. Donc sont présentés au tableau 21 les coûts d'un programme de protection respiratoire pour un établissement de 460 travailleurs dont certains sont exposés au formaldéhyde. De ce fait, aucun seuil d'impact majeur n'est calculé. Le tableau 22 donne un portrait du secteur de la fabrication de stratifiés au Québec en 2001.

Tableau 21 : Sommaire des coûts d'un programme de protection respiratoire pour l'établissement exposé

Coût ($)[1]	0,3 ppm	0,75 ppm	1,0 ppm
	Valeur plafond		
Total	43 916	43 916	39 548
An	18 732	18 732	16 647

[1] D'après les informations recueillies dans Statistique Canada, le salaire horaire a la production du secteur de la fabrication de stratifiés est d'environ 22$/ h.

Tableau 22: Portrait du secteur de fabrication de stratifiés au Québec en 2001

Caractéristiques[1]	Nombre
Nombre d'établissements	9
Travailleurs de la production (Personnes)	666
Travailleurs de la production salaires (x 1 000)	27 290
Coût du combustible et de l'électricité (x 1 000)	4 209
Coût des matières et fournitures (x 1 000)	68 663
Total des employés (Personnes)	804
Traitements et salaires (x 1 000)	33 193
Valeur des livraisons manufacturières et autres revenus (x 1 000)	159 681
Valeur ajoutée totale (x 1 000)	85 782

[1] SCIAN 326130 = Fabrication de plaques, de feuilles et de formes stratifiées en plastique

12. CONCLUSIONS

Les principales conclusions de l'étude de l'exposition au formaldéhyde des travailleurs de la transformation des matières plastiques sont :

- Les établissements de la transformation des matières plastiques sont regroupés dans les codes CAEQ 1621 - Industrie des tuyaux et raccords de tuyauterie en matière plastique, 1641 - Industrie des produits en matière plastique stratifiée sous pression ou renforcée, 1651 - Industrie des produits d'architecture en matière plastique, 1699 - Autres industries de produits en matière plastique et 3256 - Industrie des pièces et accessoires en matière plastique pour véhicules automobiles. Cependant, aucune base de données disponible n'a permis d'identifier les transformateurs de matières plastiques qui utilisent des résines à base de formaldéhyde

- Une recherche dans la base de données du Centre de recherche industrielle du Québec, en fonction des codes CAEQ et des types de produits, a permis de dresser une liste d'établissements. Une enquête téléphonique suivie d'une consultation avec un expert du secteur, a permis de déterminer les utilisateurs réels de résine à base de formaldéhyde selon les quatre procédés suivants : moulage par injection de polyacétal, moulage par compression de résines phénoliques et aminées, fabrication de stratifiés et autres procédés

- L'exposition actuelle, telle que mesurée par l'IRSST et corroborée par la littérature, répartit le nombre de travailleurs dans la matrice secteur d'activité économique exposition de la façon suivante :

Norme (ppm)	**<0,3**	**0,3-0,75**	**0,75-1,0**	**1,0-2,0**	**>2,0**
Injection de polyacétal					
Exposition moyenne pondérée	1711	0	0	0	0
Plafond	1711	0	0	0	0
Moulage par compression					
Exposition moyenne pondérée	13	38	38	0	0
Plafond	13	0	0	76	0
Fabrication de stratifiés					
Exposition moyenne pondérée	434	11	2	13	0
Plafond	13	0	1	7	37

Aucune donnée n'est disponible sur les autres procédés. Il faut noter aussi que dans la fabrication de stratifiés, tous les travailleurs exposés provenaient du même établissement

- En excluant un établissement du secteur des stratifiés, une valeur d'exposition moyenne pondérée à 0,3 ppm n'exigerait que l'application de méthodes déjà connues et éprouvées qui n'occasionnerait que des dépenses minimes. L'abaissement de la VEMP à 0,75 ppm éviterait des problèmes modérés d'irritation à 1 à 3 travailleurs

- En excluant un établissement du secteur des stratifiés, une valeur plafond de 1,0 ou 0,75 ppm serait applicable avec des coûts minimes. Toutefois, l'applicabilité des moyens de prévention pour assurer la conformité à une valeur plafond de 0,3 ppm, devrait être vérifiée sur le terrain

- Le respect de la norme actuelle (2 ppm plafond) permettrait d'éviter des effets irritatifs potentiels modérés aux yeux, au nez et à la gorge pour 5 à 6 travailleurs et des effets irritatifs sévères aux yeux pour 1 travailleur, en supposant que les travailleurs sont réellement exposés à de telles valeurs

- Un abaissement de la VEA plafond à 1,0 ppm permettrait d'éviter des irritations modérées pour 4 à 8 autres travailleurs et des irritations sévères des yeux pour un autre. Aucun gain supplémentaire ne serait fait pour un abaissement à 0,75 ppm. Pour une concentration d'exposition inférieure à 0,75 ppm, aucun effet irritatif modéré ne serait attribuable au formaldéhyde, donc aucun gain pour la santé ne serait réalisé

- La protection respiratoire pourrait être requise pour un certain nombre de travailleurs de l'entretien. Nous ne connaissons pas le nombre de ces travailleurs, ce qui nous empêche d'en évaluer le coût. Celui-ci devrait cependant être relativement minime.

13. RÉFÉRENCES

1. Perrault G., Goyer N., Hébert F., Duguay P., Ostiguy C., Truchon G., Baril M., Gratton L., Arcan R., Gérin M., Bégin D., Bonvalot Y., Carrier G., Lefebvre P. et Pallage S.: Étude préliminaire sur l'évaluation de l'impact d'un abaissement des valeurs d'exposition admissibles pour le formaldéhyde. Rapport R-257, IRSST. (2000).
2. Bureau de la statistique du Québec : Classification des activités économiques du Québec, Les Publications du Québec. (1984).
3. Statistique Canada : Classification type des industries - 1980. Statistique Canada, Division des normes, Ottawa, ON. (1980).
4. Statistique Canada : Système de classification des industries de l'Amérique du Nord : Canada 1997. Statistique Canada, Division des normes, Ottawa. (1998).
5. Zitting A. 124. Thermal degradation products of polyethylene, polypropylene, polystyrene, polyvinylchloride and polytetrafluoroethylene in the processing of plastics. Arbete och Hälsa 12:1-40. (1998).
6. Farhi R., Morel C. et Chéron J. : Matières plastiques et adjuvants: Hygiène et sécurité. Institut national de recherche et de sécurité, Paris. (1986).
7. Hoff A., Jacobsson S., Pfäffl, P., Zitting A.and Frostling H. : Degradation products of plastics - Polyethylene and styrene-containing thermoplastics - Analytical, occupational and toxicological aspects. Scandinavian Journal of Work Environment and Health 8(Suppl 2):1-60. (1982).
8. OSHA : Regulatory impact and regulatory flexibility analysis of the formaldehyde standard. United States Departement of Labor, Occupational Safety and Health Administration (Docket No. 225B. Exhibit No. 206), Washington, DC. (1987).
9. Starr J.B. : Acetal resins. In: Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Volume 1, Fourth Edition, pp. 109-120. J.I. Kroschwitz; M. Howe-Grant, Ed. John Wiley & Sons, New York, NY. (1991).
10. Masamoto J. : Acetal resins (homopolymers, copolymers, and block coplymers. In: Polymeric Materials Encyclopedia, Vol 1, pp. 12-20. J.C. Salamone, Ed. CRC Press, Boca Raton, Fl. (1996).
11. Forschirm A. and McAndrew F.B. : Acetal resins. In: Polymeric materials encyclopedia, Vol 1, pp. 6-12. J.C. Salamone, Ed. CRC Press, Boca Raton, Fl. (1996).
12. Deanin R.D. : Engineering thermoplastics (Survey of industrial polymers). In: Polymeric materials encyclopedia, Vol 3, pp. 2074-2082. J.C. Salamone, Ed. CRC Press, Boca Raton, F.l (1996).
13. Pardos F. : Polyacétals (POM) Aspects économiques. Techniques de l'ingénieur, Fascicule D285, Paris. (2002).
14. USEPA : Production of acetal, amino, and phenolic resins. United States Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation, Office of Air Quality Planning and Standards, Emission Standards Division (EPA-450/3-92-015), Research Triangle Park, NC. (1992).

15. Kopf P.W. : Phenolic resins. In: Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Volume 18, Fourth Edition, pp. 603-644. J.I. Kroschwitz; M. Howe-Grant, Ed. John Wiley & Sons, New York, NY. (1996).

16. Williams L.L. : Amino resins and plastics. In: Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, Volume 2, Fourth Edition, pp. 604-637. J.I. Kroschwitz; M. Howe-Grant, Ed. John Wiley & Sons, New York, NY. (1992).

17. Conner A.H. : Urea-formaldehyde adhesive resins. In: Polymeric materials encyclopedia, Vol 11, pp. 8496-8501. J.C. Salamone, Ed. CRC Press, Boca Raton, Fl. (1996).

18. Dunky M. : Urea-formaldehyde glue resins. In: Polymeric materials encyclopedia, Vol 11, pp. 8502-8511. J.C. Salamone, Ed. CRC Press, Boca Raton, Fl. (1996).

19. Diem H. and Matthias G. : Amino resins. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Sixth On-line Edition, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim. (2001).

20. Hesse W. : Phenolic resins. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Sixth On-line Edition, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim. (2001).

21. Weber H., De Grave I. and Röhrl, E. : Foamed plastics - Specific foamed plastics. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Sixth On-line Edition, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim. (2001).

22. Chevalier M. : Phénoplastes ou phénols-formols PF. Techniques de l'ingénieur, Fascicules A3435 et A3436, Paris. (1992).

23. Chevalier, M. : Aminoplastes MF et UF. Techniques de l'ingénieur, Fascicules A3415 et A3416, Paris. (1993).

24. Füzesséry S. : Polyacétals: polyoxyméthylènes POM. Techniques de l'ingénieur, Fascicule A3385, Paris. (1991).

25. Chevalier M. : Moulage haute pression des matières thermodurcissables. Techniques de l'ingénieur, Fascicules A3710 et A3711, Paris. (1996).

25a Sparrow, M.: L'industrie des plastiques renforcés au Québec (Collection analyse sectorielle). Direction générale de l'Industrie, Ministère de l'Industrie, du Commerce et du Tourisme, Gouvernement du Québec, Québec. (1982)

26. Keeling R.J. : Laminated materials, plastic. In: Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology (On Line), J.I. Kroschwitz; M. Howe-Grant, Ed. John Wiley & Sons, New York, NY. (1995).

27. Tikuisis T., Phibbs M.R. and Sonnenberg K.L. : Quantitation of employee exposure to emission products generated by Commercial-Scale Processing of Polyethylene. American Industrial Hygiene Association Journal 56(8):809-814. (1995).

28. Johnson P.L. and Anderson K. ; Health hazard evaluation report No. HETA-80-167-1078, Stephenson and Lawyer inc., Grand Rapids, Michigan. United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH. (1982).

29. Edgerley P.G. : The oxidative pyrolysis of plastics. fire and materials 4(2):77-82 (1980).

30. Blade L.M. : Health hazard evaluation report No. HETA-93-0670-2557, James River Corporation, Packaging Business, Greenburg, Indiana. United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH. (1996).

31. Burkhart J.E. and Jennison E.A. : Health hazard evaluation report No. HETA-92-0297-2396, Exxon Chemical Company, Pottsville Film Plant, Polyethylene Film Department, Mar-Lin, Pennsylvania. United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH. (1994).

32. Kinnes G.M. : Health hazard evaluation report No. HETA-89-162-2331, Growth International, Bennet Industries Division, Peotone, Illinois. United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH. (1993).

33. Moseley,C.L. and McConnell R. : health hazard evaluation Report No. HETA-85-108-1593, Carey Plastics Division, Toledo Molding and Die Corp., Carey, Ohio. United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH. (1989).

34. Frostling H., Hoff A., Jacobsson S., Pfäffli P., Vainiotalo S.and Zitting A. : Analytical, occupational and toxicologic aspects of the degradation products of polypropylene plastics. Scandinavian Journal of Work Environment and Health 10(3):163-169. (1984).

35. Ahrenholz S.H. and Egilman D.S. : Health hazard evaluation report No. HETA-82-223-1340, Rubbermaid Incorporated, Wooster, Ohio. United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH. (1983).

36. Taylor H.J. and Troughton M.J. : Products evolved during laser cutting of plastics. Ed. H.S.E. Books, Health and Safety Executive, HSE Contract Reasearch Report No. 87/1995, Sudbury, Suffolk, United Kingdom. (1995).

37. Rotival C., Renacco E., Arfi C., Kaloustian J., Pauli A.M. and Pastor J. The Emission of carbonyl compounds during thermal processing of an acrylic polymer. Indoor Environment 3(2):79-82. (1994).

38. Priha E.and Ahonen I. : Composition of fumes evolving from hot-melt glues. Journal of Occupational Health 40(3):232-233. (1998).

39. Vainiotalo S. and Pfäffli P. : Measurement of depolymerization products in the polyacetal, polyamide, and polymethylmethacrylate processing industries. American Industrial Hygiene Association Journal 50(8):396-399. (1989).

40. Hartle R. and Tar-Ching A. : Health hazard evaluation report No. HETA-82-127-1370, Hoover Company, I P, North Canton, Ohio. United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH. (1983).

41. Boiano J.M. and Schilling R.J. : Health hazard evaluation report No. HETA-82-391-1303, Mitchel Plastics Incorporated, Cheswick, Pennsylvania. United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH. (1983).

42. Clark Burton N., Habes D. and Baron S. Health hazard evaluation report No. HETA-91-003-2232, Scott Molders Inc., Kent, Ohio. United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH. (1992).

43. Lucas C. and Lee S. : Health hazard evaluation report No. HETA-83-066-1531, Globe Industry, Lowell, Indiana. United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH. (1984).

44. Barsan M.E., Kinnes G.M. and Blade L. : Health hazard evaluation report No. HETA-90-261-2124, Rubbermaid Inc., Reynolds, Indiana. United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH. (1991).

45. Barsan M.E. and Kinnes G.M. : Health hazard evaluation report No. HETA-92-0117-2388, Rubbermaid Inc., Reynolds, Indiana. United States Department of Health and Human Services, Public Health Service, Center for Disease Control, National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, OH. (1994).

46. Stewart P.A., Cubit D.and Blair A. : Formaldehyde levels in seven industries. Applied Industrial Hygiene 2(6):231-236. (1987).

47. IRSST, Direction des Opérations : Guide technique : Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail, 7e édition. (2000).

48. IRSST, Direction des Opérations : Analyse du formaldéhyde dans l'air – méthode 295-1 (1995) , Étalonnage d'un instrument à lecture directe ayant un système de détection par spectroscopie photoacoustique infrarouge - Méthode 39-A. (2000).

49. Lara J. et Venne M. : Guide pratique de protection respiratoire. Rapport R-319, IRSST. 2002.

50. Kulle T.J., Sauder L.R., Hebel J.R. and Green D.J. : "Formaldehyde Dose-response in Healthy Nonsmokers." JAPCA 37: 919-924. (1987).

51. Weber-Tschopp A., Fischer T. and Grandjean E.: "Irritating Effects of Formaldehyde on Men." International Archives of Occupational and Environmental Health 39: 207-218. (1977).

52. Witek T.J., Schachter E.N., Tosun T. and Leaderer B.P. : "An Evalutation of Respiratory Effects Following Exposure to 2.0 ppm Formaldehyde in Asthmatics: Lung Function, Symptoms, and Airway Reactivity." Archives of Environmental Health 42(4): 230-237. (1987).

APPENDICE 1 : ANALYSE DE L'ÉQUIVALENCE ENTRE LA CAEQ, LA CTI ET LE SCIAN

Cette appendice illustre les équivalences des trois systèmes de classification qui laissent entrevoir des correspondances partielles et multiples. La rapatriement des industries qui fabriquent « des pièces et accessoires en matière plastique pour véhicules automobiles » par le SCIAN dans le « Groupe 3261 – Fabrication de produits en plastique » nous semble justifier leur inclusion dans cette annexe.

CLASSE INDUSTRIELLE CAEQ 1984	CLASSE INDUSTRIELLE CTI 1980	CLASSE INDUSTRIELLE SCIAN 1997
1621 Industrie des tuyaux et raccords de tuyauterie en matière plastique	1621 Industrie des tuyaux et raccords de tuyauterie en matière plastique	326122* Fabrication de tuyaux et de raccords de tuyauterie en plastique
1641 Industrie des produits en matière plastique stratifiée sous pression ou renforcée	1699* Autres industries de produits en matière plastique n.c.a.	326130* Fabrication de plaques, de feuilles et de formes stratifiées en plastique
1651 Industrie des produits d'architecture en matière plastique	1699* Autres industries de produits en matière plastique n.c.a.	326191* Fabrication d'appareils sanitaires en plastiques
		326198* Fabrication de tous les autres produits en plastique.
1699 Autres industries de produits en matière plastique	1699* Autres industries de produits en matière plastique n.c.a.	326198* Fabrication de tous les autres produits en plastique.
3256 Industrie des pièces et accessoires en matière plastique pour véhicules automobiles	3256 Industrie des pièces et accessoires en matière plastique pour véhicules automobiles	326193 Fabrication de pièces en plastique pour véhicules automobiles.

* : Lorsque la concordance met en rapport une classe CAEQ à seulement une partie d'une classe CTI ou SCIAN, cette relation partielle est désignée par un astérisque.

APPENDICE 2 : CRITÈRES DE RECHERCHE DANS LA BASE DE DONNÉES ICRIQ

Date : 2002-10-03

A) CAEQ = 1600, 3256 et 3300

B) Produits fabriqués =

Produits CRIQ 1621	
drains en plastique	raccords de tuyaux, en plastique
drains en plastique annelé	raccords de tuyaux, en plastique renforcé
ponceaux en plastique annelé	sellettes pour le raccordement des tuyaux
puisards en plastique	
Produits CRIQ 1631	
feuilles de plastique corrugué	stratifiés
feuilles ou rouleaux de matières plastiques, laminés	stratifiés de fibres hautes performances
Produits CRIQ 1693	
baignoires d'hydromassage ou d'hydrothérapie, en marbre synthétique	douches en marbre synthétique
baignoires en marbre synthétique	lavabos en marbre synthétique
bidets en marbre synthétique	toilettes en marbre synthétique
Produits CRIQ 1695	
dessus de comptoirs, en marbre synthétique	mains courantes en stratifié
dessus de comptoirs, en stratifié	panneaux muraux en stratifié
dessus de comptoirs, en surface solide	quincaillerie en plastique
dessus de comptoirs, moulés, en stratifié	
Produits CRIQ 1696	
accessoires de salle de bains, en marbre synthétique	articles ménagers en plastique
pompes à main, pour le débouchage des tuyaux de plomberie	gobelets en plastique
roulettes pour appareils électroménagers, en plastique	vaisselle en plastique
Produits CRIQ 1698	
plastiques renforcés de fibres hautes performances: moulage à basse pression en sous-traitance	plastiques renforcés: moulage par infusion sous vide en sous-traitance
plastiques renforcés de fibres hautes performances: moulage au contact en sous-traitance	plastiques renforcés: moulage par projection en sous-traitance
plastiques renforcés de fibres hautes performances: moulage par compression en sous-traitance	plastiques renforcés: moulage par pultrusion en sous-traitance
plastiques renforcés de fibres hautes performances: moulage par infusion sous-vide en sous-traitance	plastiques renforcés: moulage par transfert de résine en sous-traitance
	plastiques renforcés: moulage par vessie gonflable en sous-traitance
	plastiques renforcés: moulage sous-vide en sous-traitance

plastiques renforcés de fibres hautes performances : moulage par injection en sous-traitance	plastiques: moulage par compression en sous-traitance
plastiques renforcés de fibres hautes performances: moulage par pultrusion en sous-traitance	plastiques: moulage par drapage en sous-traitance
plastiques renforcés: enroulement filamentaire en sous-traitance	plastiques: moulage par injection en sous-traitance
plastiques renforcés: moulage à basse pression en sous-traitance	plastiques: moulage par injection-réaction à basse pression en sous-traitance (RIM)
plastiques renforcés: moulage au contact en sous-traitance	plastiques: moulage par injection-réaction en sous-traitance (RIM)
plastiques renforcés: moulage par compression en sous-traitance	

Produits CRIQ 1699	
accessoires de piscines	pièces usinées pour isolation électrique, en plastique renforcé
articles de laboratoire, en plastique	poignées d'armoires ou de meubles, en plastique
bandes de chants, en stratifié ou en mélamine	poteaux pour l'éclairage routier, terrains de sport, etc., en plastique renforcé
boutons pour vêtements, en plastique	poulies en plastique
boutons-pression en plastique	protecteurs d'amplificateurs d'antennes paraboliques, en plastique
capots de ventilateurs du type agricole, en plastique renforcé	protecteurs de câbles téléphoniques, contre les rongeurs, en plastique
carters de boîtes d'engrenages, en plastique renforcé	quincaillerie pour stores verticaux, en plastique
composantes de lampes, en plastique	roues pour équipement agricole, en plastique
composantes de luminaires, en plastique	rouleaux revêtus de plastique
composantes de meubles, en plastique	supports d'électrodes, en plastique renforcé ou béton polymère
coulisses de tiroirs, en plastique	
engrenages en plastique	
habillages pour équipements électriques ou électroniques, en plastique	
pièces moulées pour isolation électrique, en plastique	

Produits CRIQ 3256	
barbotins pour chenilles de motoneiges, en plastique	pare-soleil extérieurs pour camions ou camionnettes, en plastique renforcé
becquets pour automobiles, en plastique renforcé	pièces d'autobus, en plastique renforcé
catadioptres et feux pour véhicules, signalisation, etc.	pièces de camions, en plastique renforcé
déflecteurs d'air, pour camions, en plastique renforcé	pièces de véhicules automobiles, en plastique
garde-boue en plastique	pièces de véhicules automobiles, en plastique renforcé
glissières pour chenilles de motoneiges, en plastique	porte-bagages extérieurs pour autobus, en plastique renforcé
	roues de motoneiges, en plastique
	roues pour véhicules à chenilles, en plastique

plastique lames de skis de motoneiges, en plastique pare-brise de motocyclettes pare-brise de motoneiges pare-brise de véhicules tout-terrains pare-insectes pour camions ou camionnettes, en acrylique	roues pour véhicules à chenilles, en plastique renforcé toits surélevés de fourgonnettes, en plastique
Produits CRIQ 3392 conduits et raccords électriques en plastique renforcé plaques murales d'interrupteurs et de prises de courant, en plastique	

APPENDICE 3 : QUESTIONNAIRE TÉLÉPHONIQUE TRANSFORMATEURS DE MATIÈRES PLASTIQUES

COORDONNÉES :

Nom de l'établissement : _____

Numéro d'établissement CSST : _____

Numéro de téléphone : _____

Adresse : _____

_____

_____

PERSONNES RESSOURCES

PERSONNES RESSOURCES :

ÉTABLISSEMENT

Titre, poste : _____

Tél. : _____

FAX : _____

e-mail : _____

Date de l'entrevue : _____

Heure : _____

CLSC

Mme / Mlle / Mr _____

Titre, poste : _____

Tél. : _____

Date de l'entrevue : _____

Heure: _____

Dans les procédés, utilise-t-on des matières plastiques à base de formaldéhyde, telles ?

Matière plastique	Uniquement	Régulièrement	À l'occasion	Jamais
Polyacétals (Celcon®, Delrin®, Ultraform®)				
Matières plastiques phénoliques				
phénol-formaldéhyde (PF)				
phénol- résorcinol-formaldéhyde (PRF)				
Matières plastiques aminés				
mélamine- formaldéhyde (MF)				
mélamine- urée- formaldéhyde (MUF)				
urée-formaldéhyde (UF)				

SI NON :pouvez-vous donner le nom commercial ou chimique des matières plastiques utilisées ?

Les procédés suivants sont-ils utilisés dans l'établissement ?

Procédé	Uniquement	Conjointement	Aucunement	Notes
Moulage par injection				
Fabrication de stratifiés				
Moulage par compression				
Autres procédés				

La base de données du CRIQ, indique le **nombre de travailleurs** suivant dans l'établissement: Si ce nombre est inexact, quel est-il en réalité ? (moy. annuelle) ?

Nbre de Travailleurs	CRIQ	Réalité (Moyenne annuelle)
À la production		
Autres		
Total		

Finalement nous voudrions savoir, si vous accepteriez qu'un de nos spécialistes prenne contact avec vous pour valider des informations techniques, notamment sur les procédés industriels avec afin de comparer ce qui existe chez vous par rapport à la documentation la littérature ?